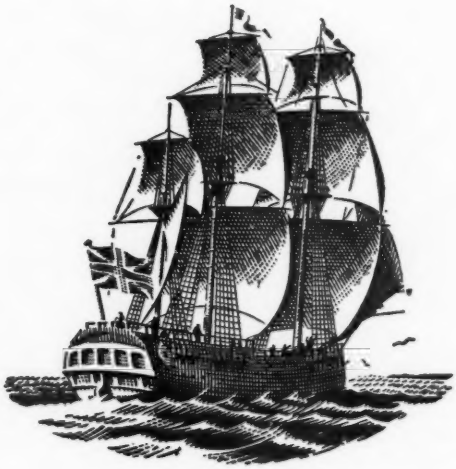
ENDEAVOUR

Revista trimestral designada a registrar el progreso de las ciencias al servicio de la humanidad



VOLUMEN XIII · 1954

INDICE DE AUTORES

ANDRADE, E. N. DA C.: La viscosidad de los líquidos. 117.
ARMITAGE, A.: Jean Picard y su círculo. 17.
BEALE, G. H.: La herencia en el paramecio. 33.
BRISTOWE, W. S.: Los quelíceros de las arañas: su evolución y usos. 42.
BRUCE, F. M.: Descargas de alta tensión. 61.
DARROW, K. K.: Semiconductores. 101.
DOHRN, R.: El Centro Zoológico de Nápoles. 22.
EDITORIAL
La ciencia del fruto y el fruto de la ciencia. 3.
La literatura y la ciencia. 59.
The Royal Society of Arts. 115.
Sir Charles Parsons (1854–1931). 171.
GÄUMANN, E.: Toxinas y enfermedades de las plantas. 198.
GREINACHER, H.: La evolución de los contadores de partículas. 190.
HARANT, H.: El Jardín de Plantas de Montpellier. 97.
HORNING, E. S.: Procedimiento histológico en la investigación del cáncer. 207.
JAMES, W. O.: Las rutas de reacción en la respiración vegetal. 155.
JAQUEROD, A.: La ciencia y la cronometría. 134.
KENDALL, J.: El Alembic Club. 94.
KUHN-SCHNYDER, E.: El origen de los lagartos. 213.
LIBBY, W. F.: La datación radiocarbónica. 5.
MASSEY, H. S. W.: La naturaleza de la atmósfera superior. 81.
MILLS, W. H.: H. J. H. Fenton (1854–1929): un gran maestro. 205.
NOUVEL, J. C. G.: *vid.* URBAIN, A. y NOUVEL, J. C. G.
PETERS, SIR RUDOLPH: Estudio bioquímico de un viejo veneno: una síntesis letal. 147.
PRZIBRAM, K.: El efecto de la irradiación en los colores minerales. 37.
RAWLINS, F. I. G. y WERNER, A. E. A.: Algunas investigaciones técnicas en la *National Gallery* de Londres. 140.
ROBINSON, SIR ROBERT: Los efectos eléctricos intramoleculares sobre los cambios químicos. 173.
SINGER, C.: La orfebrería en la antigüedad. 86.
STEPHENSON, ANNE: *vid.* STEPHENSON, T. A. y STEPHENSON, ANNE.
STEPHENSON, T. A. y STEPHENSON, ANNE: Las Islas Bermudas. 72.
TABOR, D.: La dureza de los sólidos. 27.
URBAIN, A. y NOUVEL, J. C. G.: Etología de los animales exóticos en los parques zoológicos. 184.
WERNER, A. E. A.: *vid.* RAWLINS, F. I. G. y WERNER, A. E. A.
WITTOP KONING, D. A.: El Museo Histórico Médico-farmacéutico de Amsterdam. 128.

REVISTA DE LIBROS

ASHWORTH UNDERWOOD, E. (Compilador): Science, Medicine and History. Essays in honour of Charles Singer (dos volúmenes). 220.
BAUMGARDT, CAROLA: Johannes Kepler: Life and Letters. 50.
BIKERMAN, J. J.: Foams: Theory and Industrial Applications. 164.
BRIMLEY, R. C. y BARRETT, F. C.: Practical Chromatography. 53.
BROWNING, ETHEL: Toxicity of Industrial Organic Solvents. 52.
BUCHNER, PAUL: Endosymbiose der Tiere mit Pflanzlichen Mikro-organismen. 220.
COOK, J. W. (Compilador): Progress in Organic Chemistry, Vol. II. 166.
COULSON, C. A.: Christianity in an Age of Science. 52.
CRANWELL, LUCY M.: New Zealand Pollen Studies: The Monocotyledons, a Comparative Account. 107.
CROIZAT, LÉON.: Manual of Phytogeography. 51.
DARLINGTON, C. D.: The Facts of Life. 163.
DAWES, BEN: A Hundred Years of Biology. 107.
DE BOER, J. H.: The Dynamical Character of Adsorption. 108.
DESCH, H. E.: Timber: its Structure and Properties. 108.
ECCLES. J. C.: The Neurophysiological Basis of Mind. 52.
FAULKNER, EDWARD: Soil Restoration. 50.
GAYDON, A. G. y WOLFHARD, H. G.: Flames. Their Structure, Radiation and Temperature. 221.
GRAY, JAMES: How Animals Move. 110.
GREY WALTER, W.: The Living Brain. 110.
HEILBRON, SIR IAN y BUNBURY, H. M. (Directores): Dictionary of Organic Compounds. 222.
HEIM, R. (Compilado por): Buffon. 50.
HEISENBERG, W.: Nuclear Physics. 164.
INGOLD, C. T.: Dispersal in Fungi. 51.
JACOBSON, C. A., HAMPEL, C. A. y WEAVER, E. C. (Compiladores): Encyclopedia of Chemical Reactions, Vol. 5. 53.
KENDREW, W. G.: The Climates of the Continents. 165.
KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT 1854–1954. 221.
KOSMOS GESELLSCHAFT DER NATURFREUNDE: Kosmos Lexikon der Naturwissenschaften, A–K. 108.
KUHN-SCHNYDER, E.: Geschichte der Wirbeltiere. 110.
KÜHNER, R. y ROMAGNESI, H.: Flore analytique des champignons supérieurs. 164.
LEDERER, E. y LEDERER, M.: Chromatography: A Review of Principles and Applications. 166.
LIPSON, H. y COCHRAN, W.: The Determination of Crystal Structures. 221.
LYTTLETON, R. A.: The Stability of Rotating Liquid Masses. 52.
MCKIE, DOUGLAS (Introducción de): The Essays of Jean Rey. 109.
MOORE, PATRICK: Guide to the Moon. 163.
MOTT, N. F.: Elements of Wave Mechanics. 108.
NICOLLE, J.: Un Maître de l'Enquête Scientifique, Louis Pasteur. 220.
OPARIN, A. I.: The Origin of Life. 107.
ORE, OYSTEIN: Cardano, the Gambling Scholar. 163.
PALOMBI, ARTURO y SANTARELLI, MARIO: Gli animali commestibili dei mari d'Italia. 110.
PERUCCA, ELIGIO (Director): Dizionario d'Ingegneria, Vol. III, FOS–MOS. 165.
PIVETEAU, JEAN (Director): Traité de Paléontologie, Vol. III. 165.
POLLARD, F. H. y MCOMIE, J. F. W.: Chromatographic Methods of Inorganic Analysis. 53.
RADLEY, J. A.: Starch and its Derivatives, Vol. I. 54.
RAMSBOTTOM, JOHN: Mushrooms and Toadstools. 107.
RICKETTS, E. F. y CALVIN, J.: Between Pacific Tides (revisada por JOEL W. HEDGPETH). 54.
ROSSI, BRUNO: High-energy Particles. 109.
SEGRÈ, E. (Compilador): Experimental Nuclear Physics, Volúmenes I y II. 221.
SMITH, W. A. y KENT, F. L. (Compiladores), asistidos por STRATTON, G. B.: World List of Scientific Periodicals Published in the Years 1900–1950. 50.
VON DECHEND, HERTHA: Justus von Liebig in eigenen Zeugnissen und solchen seiner Zeitgenossen. 109.
WADDINGTON, C. H.: The Epigenetics of Birds. 51.
WHITTAKER, SIR EDMUND: History of the Theories of Aether and Electricity: The Modern Theories, 1900–1926. 109.
WILD, F.: Estimation of Organic Compounds. 222.
WISE, L. E. y JAHN, E. C. (Compiladores): Wood Chemistry. 54.
WOOD, ALEX, completada por OLDHAM, FRANK: Thomas Young, Natural Philosopher, 1773–1829. 163.

INDICE DE MATERIAS

La clasificación de los artículos por materias va ordenada según el sistema de clasificación decimal universal (Standard británico 1000). En la página IV aparece una clave alfabética.

06 CORPORACIONES. MUSEOS

061.231:52:92 Jean Picard y su círculo. ARMITAGE, A. 17.
061.231:54 El Alembic Club. KENDALL, J. 94.
061.62(457):59 El Centro Zoológico de Nápoles. DOHRN, R. 22.
069.5 :615.1(492) El Museo Histórico Médico-farmacéutico de Amsterdam. WITTOP KONING, D. A. 128.

52 ASTRONOMIA

52:92:061.231 Jean Picard y su círculo. ARMITAGE, A. 17.
529.78:681.11 La ciencia y la cronometría. JAQUEROD, A. 134.

53 FISICA

53:54:75.004.6 Algunas investigaciones técnicas en la *National Gallery* de Londres. RAWLINS, F. I. G. y WERNER, A. E. A. 140.
532.13 La viscosidad de los líquidos. ANDRADE, E. N. DA C. 117.
535.6:539.16 :549.45 El efecto de la irradiación en los colores minerales. PRZIBRAM, K. 37.
537.311.33 :538.632 Semiconductores. DARROW, K. K. 101.
537.591.8 :546.26.02.14 :550.93 La datación radiocarbónica. LIBBY, W. F. 5.
538.632 :537.311.33 Semiconductores. DARROW, K. K. 101.
539.13:541.5 Los efectos eléctricos intramoleculares sobre los cambios químicos. ROBINSON, SIR ROBERT. 173.
539.16:549.45 :535.6 El efecto de la irradiación en los colores minerales. PRZIBRAM, K. 37.
539.16.08 :621.374.32 :621.387.4 La evolución de los contadores de partículas. GREINACHER, H. 190.
539.53:620.178 La dureza de los sólidos. TABOR, D. 27.

54 QUIMICA

54:061.231 El Alembic Club. KENDALL, J. 94.
54:75.004.6:53 Algunas investigaciones técnicas en la *National Gallery* de Londres. RAWLINS, F. I. G. y WERNER, A. E. A. 140.
54:92 H. J. H. Fenton (1854–1929): un gran maestro. MILLS, W. H. 205.
541.5:539.13 Los efectos eléctricos intramoleculares sobre los cambios químicos. ROBINSON, SIR ROBERT. 173.
546.26.02.14 :550.93 :537.591.8 La datación radiocarbónica. LIBBY, W. F. 5.
547.464.3 :577.12 :576.8.095.18 Estudio bioquímico de un viejo veneno: una síntesis letal. PETERS, SIR RUDOLPH. 147.
549.45:535.6 :539.16 El efecto de la irradiación en los colores minerales. PRZIBRAM, K. 37.

55 GEOLOGIA. GEOFISICA

550.93 :537.591.8 :546.26.02.14 La datación radiocarbónica. LIBBY, W. F. 5.
551.46:582 :59(729.9) Las Islas Bermudas. STEPHENSON, T. A. y STEPHENSON, ANNE. 72.
551.510.53 La naturaleza de la atmósfera superior. MASSEY, H. S. W. 81.

56 PALEONTOLOGIA

568.112:576.1 El origen de los lagartos. KUHN-SCHNYDER, E. 213.

57 CIENCIAS BIOLOGICAS

575.1:576.311 :593.171.4 La herencia en el paramecio. BEALE, G. H. 33.
576.1:568.112 El origen de los lagartos. KUHN-SCHNYDER, E. 213.
576.311 :593.171.4 :575.1 La herencia en el paramecio. BEALE, G. H. 33.
576.72:616-006.4-091.8 Procedimiento histológico en la investigación del cáncer. HORNING, E. S. 207.
576.8.06:632.5 Toxinas y enfermedades de las plantas. GÄUMANN, E. 198.
576.8.095.18 :547.464.3 :577.12 Estudio bioquímico de un viejo veneno: una síntesis letal. PETERS, SIR RUDOLPH. 147.
577.12 :576.8.095.18 :547.464.3 *Idem.*

58 BOTANICA

58.006(448) El Jardín de Plantas de Montpellier. HARANT, H. 97.
581.12 Las rutas de reacción en la respiración vegetal. JAMES, W. O. 155.
582:59(729.9) :551.46 Las Islas Bermudas. STEPHENSON, T. A. y STEPHENSON, ANNE. 72.

59 ZOOLOGIA

59:061.62(457) El Centro Zoológico de Nápoles. DOHRN, R. 22.
59(729.9) :551.46:582 Las Islas Bermudas. STEPHENSON, T. A. y STEPHENSON, ANNE. 72.
59.006:591.082 Etología de los animales exóticos en los parques zoológicos. URBAIN, A. y NOUVEL, J. C. G. 184.
591.082:59.006 *Idem.*
591.47:595.4 Los quelíceros de las arañas: su evolución y usos. BRISTOWE, W. S. 42.
593.171.4 :575.1 :576.311 La herencia en el paramecio. BEALE, G. H. 33.
595.4:591.47 Los quelíceros de las arañas: su evolución y usos. BRISTOWE, W. S. 42.

61 MEDICINA

615.1(492) :069.5 El Museo Histórico Médico-farmacéutico de Amsterdam. WITTOP KONING, D. A. 128.
616-006.4-091.8:576.72 Procedimiento histológico en la investigación del cáncer. HORNING, E. S. 207.

62 INGENIERIA

620.178:539.53 La dureza de los sólidos. TABOR, D. 27.
621.3.015.52 :621.317.728 .027.8 Descargas de alta tensión. BRUCE, F. M. 61.
621.317.728. .027.8 :621.3.015.52 *Idem.*
621.374.32 :621.387.4 :539.16.08 La evolución de los contadores de partículas. GREINACHER, H. 190.
621.387.4 :539.16.08 :621.374.32 *Idem.*

63 AGRICULTURA

632.5:576.8.06 Toxinas y enfermedades de las plantas. GÄUMANN, E. 198.

669 METALURGIA

669.217-13 La orfebrería en la antigüedad. SINGER, C. 86.

681 MECANICA FINA

681.11:529.78 La ciencia y la cronometría. JAQUEROD, A. 134.

75 BELLAS ARTES

75.004.6:53:54 Algunas investigaciones técnicas en la *National Gallery* de Londres. RAWLINS, F. I. G. y WERNER, A. E. A. 140.

92 BIOGRAFIAS

92:061.231:52 Jean Picard y su círculo. ARMITAGE, A. 17.
92:54 H. J. H. Fenton (1854–1929): un gran maestro. MILLS, W. H. 205.

CLAVE ALFABETICA

Académie Royale des Sciences 061.231
Agricultura 63
Alembic Club 061.231:54
Alimentación
  Animales 591.082
Alternaria solani 576.8.06
Alto voltaje
  Medición 621.317.728.027.8
Amsterdam
  Museo farmacéutico 069.5:615.1(492)
Animales
  Etología 591.082
Anionoide
  Reactivos 539.13:541.5
Arachnidae 595.4
Arañas 595.4
Astronomía 52
Atmósfera 551.510.5
Aurora 551.510.53

Bellas artes 7
Bermudas 551.46(729.9)
Biografía 92
Biología 57
Bioquímica 577.1
Botánica 58

Cámara de ionización 621.387
Cáncer 616-006.4
Capas ionizantes
  Atmósfera 551.510.53
Carbono 546.26
Cationoide
  Reactivos 539.13:541.5
Células
  Biología 576.3
Células malignas
  Histología 576.72:616-006.4
Centelleo
  Contador 621.387
Chispa eléctrica 621.3.015.52
Ciclo de Krebs
  Respiración vegetal 581.12
Ciencias médicas 61
Circuitos contadores 621.374
Citología 576.3
Citoplasma 576.311
Coloración mineral 535.6:549
Conductividad
  Semiconductores 537.311.33
Conservación
  Pinturas 75.004.6
Contadores de partículas 621.387.4
Cromatografía
  Resinas naturales 75.004.6:54
Cronometría 529.7
Cuarzo
  Reloj 529.78

Datación geológica 550.93
Deformación 539.5
Descarga eléctrica 621.3.015.52
Dipolo 539.13
Dureza 539.53

Efecto Hall 538.632
Electricidad 537
Electromagnetismo 538
Electromerismo 539.13:541.5
Electrones
  Valencia 539.13:541.5
Electrotécnica 621.3
Enlace
  Valencia 541.5
Ensayos
  Dureza 620.178
Estratosfera 551.510.53
Etología
  Animales 591.082
Evolución 576.1

Farmacia 615
Fenton, H. J. H. 92:54
Filogenia 576.1
Física 53
Fisiología vegetal 581.1
Fluorita 549.45
Fluoroacetato 547.464.3
Fósiles 562/569
Fricción interna
  Líquidos 532.13
Frotis
  Histología 576.72
Fusariosis 632.5:576.8.06

Genética 575.1
Geofísica 55
Geología 55

Herencia 575.1
Hidrodinámica 532
Histología 576.72

Ingeniería 62
Ionosfera 551.510.53
Irradiación
  Coloración mineral 539.16:535.6:549
Irradiación cósmica 537.591.8
Islas Bermudas 551.46(729.9)
Isocronismo 529.78
Isótopos
  Carbono 546.26.02

Jardín botánico
  Montpellier 58.006(448)
Jardines zoológicos 59.006

Laboratorio farmacéutico 615.1
Lagartos
  Origen 568.112
Líquidos
  Viscosidad 532.13

Marchitamiento 632.5:576.8.06
Mecánica fina 681
Medicina 61
Metabolismo
  Respiración vegetal 581.12
Metalurgia 669
Meteorología 551.5
Microbios toxígenos 576.8.06
Mineralogía 549
Montpellier
  Jardín botánico 58.006(448)
Mosaico
  Patología vegetal 632.5:576.8.06
Muelle espiral
  Relojes 681.11
Multiplicador electrónico 621.374
Museos 069

Nápoles
  Centro zoológico 59:061.62(457)
Neutrones
  Rayos cósmicos 537.591.8

Oceanografía 551.46
Optica 535
Orfebrería 669.217-13
Oro 669.21

Paleontología 56
Paleozoología 562/569
Paramecium 593.171.4
Parásitos toxígenos 576.8.06
Patología 616
Patología vegetal
  Toxinas 632.5:576.8.06
Péndulo
  Isocronismo 529.78
Picard, Jean 52:92:061.231
Pintura 75
Plasma celular 576.311
Plasticidad 539.5
Pulsaciones eléctricas 621.37

Quelíceros
  Arañas 591.47:595.4
Química 54

Radiactividad 539.16
Radiocarbono 546.26.02.14
Rayado
  Dureza 539.53
Rayos cósmicos 537.591.8
Reactividad 541.5
Rectificadores
  Semiconductores 537.311.33
Reimpresiones
  Obras de química 061.231:54
Relojes 681.11
Reptiles
  Origen 568.1
Respiración
  Plantas 581.12

Sal gema 549.45
Sarpullido del tabaco 632.5:576.8.06
Semiconductores 537.311.33
Sociedades científicas 061.231
Stazione Zoológica 59:061.62(457)

Telescopios
  Astronomía 52
Temperatura
  Distribución atmosférica 551.510.53
Tiempo
  Medición 529
Toxicidad
  Plantas 576.8.095.18
Toxinas
  Patología vegetal 576.8.06
Transistores
  Semiconductores 537.311.33
Tubos de descarga 621.387
Tumores 616-006.4

Valencia 541.5
Venenos 576.8.095.18
Venenos microbianos 576.8.06
Viscosidad 532.13
Volante regulador
  Relojes 681.11
Voltímetro
  Descarga 621.317.728

Zoología 59

Impreso en la Gran Bretaña en THE KYNOCH PRESS, *Witton, Birmingham, 6, para los editores,*
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, *Londres, S.W.1*

ENDEAVOUR

Revista trimestral destinada a registrar el progreso de las ciencias al servicio de la humanidad

---

VOLUMEN XIII Enero 1954 NUMERO 49

SUMARIO

Editorial: La ciencia del fruto y el fruto de la ciencia 3

546.26.02.14:550.93:537.591.8
La datación radiocarbónica — W. F. LIBBY — 5

52:92:061.231
Jean Picard y su círculo — A. ARMITAGE — 17

59:061.62(457)
El Centro Zoológico de Nápoles — R. DOHRN — 22

539.53:620.178
La dureza de los sólidos — D. TABOR — 27

593.171.4:575.1:576.311
La herencia en el paramecio — G. H. BEALE — 33

535.6:539.16:549.45
El efecto de la irradiación en los colores minerales — K. PRZIBRAM — 37

595.4:591.47
Los quelíceros de las arañas: su evolución y usos — W. S. BRISTOWE — 42

049.3
Revista de libros 50

Libros recibidos 55

Notas sobre los colaboradores 56

Redactor-jefe: E. J. HOLMYARD
Redactor auxiliar: TREVOR I. WILLIAMS
Ediciones extranjeras: J. A. WILCKEN

Imperial Chemical Industries Limited, Millbank, Londres, S.W.1
Toda comunicación a los editores debe dirigirse a North Block, Thames House, Millbank, Londres, S.W.1

La ciencia del fruto y el fruto de la ciencia

Long Ashton, aldea del condado de Somerset, enclavada en las cercanías de la ciudad de Bristol, no presenta en su aspecto nada que merezca detener la mirada del viajero. Y, sin embargo, tiene su fama. Todos los biólogos y agronomistas del mundo entero saben que allí se halla enclavada la *Long Ashton Research Station.* El año pasado celebró esta institución el cincuentenario de su fundación y publicó un notable volumen[1] en el que su historia y actividades aparecen descritos por diversos colaboradores, bajo la dirección del Director del Instituto y de uno de sus altos jefes.

El origen de la Estación se remonta a los experimentos que sobre la producción de la sidra iniciaba en 1893 y continuaba hasta 1903 un propietario en su granja cerca de Glastonbury (Somerset). Hacia aquellas fechas, la preparación de la sidra era un proceso un tanto tosco y fortuito. El Squire Grenville tuvo la perspicacia de comprender las posibilidades que ofrecía la transformación de este brebaje en un licor que pudiera satisfacer gustos más refinados y universales. Para ello contrató los servicios de un analista, cuyos trabajos sobre la sidra y su procedimiento de fabricación pronto rindieron resultados tan útiles que diez años más tarde el Gobierno mismo comenzó a mostrar interés en esta cuestión. Para tratar de ella se convocó una conferencia en 1902, estableciéndose finalmente en Long Ashton el *National Fruit and Cider Institute* en 1903, después de haberse recibido promesas de apoyo económico por parte del Departamento de Agricultura, de diversas autoridades municipales y de una importante sociedad agrícola.

Los fundadores y los primeros investigadores tenían ya una visión profética del futuro, y se revela en sus actividades una admirable amplitud en la interpretación de los fines del Instituto, con tanta insistencia en las funciones de investigación y educación como en otras actividades más prácticas e inmediatas. Así, se estipulaba que el personal debía realizar investigaciones y al mismo tiempo enseñar los métodos más apropiados para el cultivo de toda clase de frutas y vegetales; facilitar y realizar estudios sobre las causas que influyen en la manufactura de productos tales como la sidra de manzanas y de peras; mejorar las variedades existentes de fruta e introducir otras nuevas; y difundir por medio de clases, conferencias, o cualquier otro método apropiado los resultados útiles de dichos estudios e investigaciones.

El Instituto dedicó en un principio todas sus energías a la investigación de la manufactura de la sidra, pero también supo crear manzanares y viveros de frutales, estableciendo además útiles relaciones no sólo con los granjeros de la localidad sino con el personal de la Universidad de Bristol. Tales actividades y la cooperación local — constante durante el año entero pero más entusiasta en la fecha de catar la sidra — ayudaron a fortalecer la posición del Instituto a tal punto que en 1909 fué designado por el Gobierno como uno de los recién establecidos Institutos de Investigación Agrícola a condición de que entablase una relación oficial con la Universidad de Bristol. Resultado de tal cambio fué que el Director del Instituto pasaba ahora a ser Catedrático de Biología agrícola de la Universidad y Jefe de su Departamento de Agricultura y Horticultura; al mismo tiempo se modificó el título de la institución, recibiendo el que hoy ostenta: *Long Ashton Research Station.*

Durante el período de 1912 a 1953 la Estación ha mantenido su vigoroso progreso, ampliando continuamente sus locales. Hoy, estos comprenden diversos y bien equipados laboratorios especializados para las investigaciones de química, micología, patología vegetal, entomología y otras materias, junto con una extensa biblioteca, un edificio para la purificación de la arena y la destilación del agua en relación con la nutrición de las plantas, una factoría modelo, invernaderos, talleres, construcciones agrícolas y depósitos. Al mismo tiempo, la multiplicación de las estaciones agrícolas en diversos puntos de la Gran Bretaña ha permitido la transferencia a otros centros de los trabajos que habían recaído sobre el de Long Ashton como consecuencia de las dificultades originadas durante las dos últimas guerras, lo que ha permitido a éste dedicarse al estudio más intensivo de los problemas para que fuera creado. Sus diversas secciones se ocupan en la actualidad de los problemas de la sidra y otros productos de la fruta, nutrición de frutales, pomología, cultivo vegetal, micología, entomología, química de los insecticidas y fungicidas, conserva doméstica de la fruta y legumbres, y el cultivo de mimbreras. Un grupo especial del Consejo de Investigaciones Agrícolas, que estudia los problemas de la nutrición mineral de las

[1] «Science and Fruit: Commemorating the Jubilee of the Long Ashton Research Station», compilado por T. Wallace y R. W. Marsh. University of Bristol, 1953. 30s.

cosechas, se halla también adjunto a Long Ashton, bajo la supervisión de su Director.

En una introducción a *Science and Fruit*, Sir Winston Churchill escribe: «En todas las regiones del mundo se necesitan más alimentos, siendo por tanto obligación nuestra mantenernos a la cabeza en la investigación de los problemas de su producción. Por sus éxitos en el pasado, Long Ashton es un nombre conocido de todos los que se ocupan de dichos problemas». En verdad, tales éxitos han sido muy notables y tan numerosos que sólo de pasada podemos referirnos aquí a algunos de ellos.

En primer lugar, indiquemos que Long Ashton ha sido la causa primordial de que la producción de la sidra haya pasado de ser una labor rústica y primitiva a una actividad industrial de alta monta y organización. Esta transformación fué posible sólo gracias a las cuidadosas investigaciones sobre todas las fases de su manufactura, desde el cultivo y cuidado de los manzanos hasta las características del producto elaborado, desde los efectos perturbadores de las bacterias hasta la relación entre el contenido nitrogénico del jugo de la manzana y la velocidad de fermentación. En el curso de tales investigaciones se han conseguido numerosos datos de interés teórico sobre temas tales como las actividades de los organismos bajo estudio, la naturaleza de las reacciones químicas, la acción de las substancias que favorecen e inhiben el crecimiento, la partenocarpia, y el control de la formación de las yemas frutales y de la disposición de los frutos.

En el campo de la nutrición vegetal, uno de los descubrimientos más notables realizados en Long Ashton fué que ciertas condiciones patológicas de los árboles se debían a una deficiencia de potasio en el suelo, dato que reportó notables beneficios mediante el tratamiento adecuado y satisfactorio de numerosos ejemplares que se consideraban ya perdidos y la utilización de terrenos que se creían inapropiados para el cultivo de frutales. Asimismo se establecieron métodos para la diagnosis visual de las deficiencias y excesos nutricionales de los frutales, métodos que se aplicaron más tarde a las extensas plantaciones comerciales, suplementados con otros métodos rápidos, entre los que se incluía el uso de *Aspergillus niger* para la determinación de los macro- y micronutrientes en los suelos, homogenatos de los tejidos vegetales y extractos de frutas.

El control de las pestes y epidemias frutales ha ocupado la atención de numerosos investigadores, tanto en Gran Bretaña como en otros lugares. La Estación de Long Ashton ha realizado una campaña muy valiosa no sólo en la investigación de insecticidas y fungicidas sino también en el desarrollo de maquinarias y métodos para la aplicación de los mismos. Como resultado de estos trabajos, hoy es posible atacar con buenos resultados todas las pestes importantes que afectan a la fruta en la Gran Bretaña, así como la defensa de las plantas contra las enfermedades más peligrosas, siempre que se usen adecuadamente los métodos y productos recomendados.

Una sección especial de la Estación se ocupa del aspecto científico de la conserva de frutas y vegetales, estudiando problemas tales como la determinación de la temperatura mínima necesaria para destruir los micro-organismos perniciosos al valor de *p*H de las distintas frutas, la inactivación por el calor de los sistemas enzímicos, y la retención de vitaminas, especialmente el ácido ascórbico (vitamina C). Ya en 1915 se había descubierto en la Estación que la pomaza de la manzana — un residuo de la fabricación de la sidra — contiene una elevada proporción de pectina, que es un producto muy importante para la gelatinización de las mermeladas, usándose hoy dicha substancia como principal fuente de pectina en la Gran Bretaña.

Debido a las alteraciones climáticas y a otras condiciones, sucede a veces que la polinización indirecta de los frutales es imperfecta y causa una mala cosecha. Para evitar ese inconveniente se han llevado a cabo numerosas investigaciones con objeto de provocar el desarrollo partenocárpico del fruto por medio de substancias de crecimiento. Muchas se conocen ya que producen buenos efectos sobre el tomate, pero gracias a los experimentos llevados a cabo en Long Ashton de 1942 a 1944, la más útil desde el punto de vista práctico es el ácido 2-naftoxi-acético que, aplicado a las ramas de flor en concentraciones de 40 a 60 millonésimas, provoca el desarrollo del fruto sin deformar el follaje y produce frutos de excelente calidad. Los horticultores hicieron muy pronto uso de este descubrimiento, tanto para los tomates tempranos de invernadero como para las tomateras al aire libre en años de mal clima. Hoy quedan aseguradas las buenas cosechas, aun cuando las condiciones para el desarrollo natural del fruto sean desfavorables.

Este bosquejo de la historia y de algunos triunfos de la *Long Ashton Research Station* servirá para explicar por qué unimos aquí nuestra felicitación a las muchas ya recibidas por dicha institución con motivo de su cincuentenario.

La datación radiocarbónica

W. F. LIBBY

El método de la datación radiocarbónica se basa en la medida de la actividad del C^{14} presente hoy en las substancias orgánicas o inorgánicas de épocas pretéritas. En el presente artículo se describen algunos detalles técnicos de la aplicación de dicho método y se incluyen tablas con los resultados de determinadas dataciones realizadas hasta la fecha con materiales hallados en diversas partes del mundo.

El bombardeo de la Tierra por las radiaciones cósmicas resulta en la producción de neutrones como consecuencia de la desintegración de los átomos del aire. Así, si lanzamos en globos contadores de Geiger se puede observar [1] que la intensidad neutrónica alcanza su máximo a unos 17 000 m y disminuye rápidamente a alturas mayores, como si los neutrones no se hallasen presentes en las radiaciones incidentes primarias, sino fuesen más bien el resultado de colisiones de los protones y partículas α primarias con el aire. Ello es bastante razonable ya que, como sabemos, el neutrón tiene una vida-media de sólo unos 13 minutos [2], pudiendo difícilmente durar lo suficiente para atravesar las enormes distancias interestelares, aunque bien pudiera alcanzar la Tierra desde el Sol.

Las cuidadosas medidas realizadas con los globos han revelado una producción de neutrones a la razón de 2,4/cm²/s en promedio sobre la superficie terrestre, aunque se han notado grandes variaciones en las distintas latitudes [3]. Como los neutrones producidos por los rayos cósmicos no alcanzan la superficie de la Tierra, deben tener lugar ciertos procesos absorbentes en el aire; el problema es determinar qué especie nuclear se produce entre dichos neutrones y el aire. Se ha observado que el oxígeno es casi totalmente inerte a los neutrones, mientras que el nitrógeno — el principal constituyente del aire — presenta una marcada inter-acción, que se debe casi exclusivamente a una reacción única:

$$n + N^{14} = H + C^{14}.$$

Existen varias posibilidades: una de ellas es la producción de hidrógeno radiactivo (tritio) como una pequeña fracción del rendimiento de radiocarbono [4, 5]. Pero el principal producto del bombardeo del aire por los rayos cósmicos, al menos en los procesos en que los neutrones hacen de intermediarios, debe ser el radiocarbono; y podemos deducir que se producen unos 2,4 átomos del mismo por segundo y por cm² de la superficie terrestre en la época actual.

Si se ha mantenido este promedio durante el pasado, y especialmente durante las últimas duraciones de vida del radiocarbono (5568 ± 30 años de media-vida, o 8030 de promedio de vida), podemos afirmar con completa certeza que debe existir en la Tierra una suficiente reserva de radiocarbono que asegure un equilibrio estacionario; esto es, debe haber suficiente radiocarbono para que se desintegren exactamente 2,4 átomos por segundo y por cm², asegurando así que la velocidad de formación es igual a la de desintegración. Por consiguiente, podemos calcular con seguridad que debe haber unas 80 toneladas de radiocarbono en la Tierra. El valor de las desintegraciones radiactivas es inmutable, no habiéndose observado en las experiencias de laboratorio que un cambio de las condiciones altere apreciablemente las desintegraciones. Podemos por tanto predecir con considerable certeza que la velocidad de reversión del radiocarbono por desintegración-beta a N^{14} es independiente de que se halle presente en un organismo vivo, en una roca caliza o en el anhídrido carbónico del aire.

¿Dónde podríamos esperar hallar esta cantidad considerable de radiocarbono y por qué no se ha observado hace ya mucho tiempo? Volviendo al mecanismo de su génesis, debemos observar que los átomos de carbono se forman a una altura media de unos 10 o 12 km. Podemos razonablemente postular que dichos átomos arden en el aire poco después de su nacimiento, formando anhídrido carbónico, y concluir por tanto que los rayos cósmicos introducen anhídrido carbónico radiactivo en el aire, mezclándose éste por acción de los vientos, de modo que todo el anhídrido carbónico atmosférico queda contaminado a la velocidad de 2,4 átomos de C^{14} por cm² por segundo. Además, sabemos que el anhídrido carbónico

atmosférico es la fuente principal del carbono vegetal, que se forma mediante el mecanismo de fotosíntesis. Por lo tanto, todo vegetal debe contener radiocarbono, y en consecuencia todo animal también, ya que se alimenta de materias vegetales directa o indirectamente. Además, los carbonatos y bicarbonatos y otras substancias carbónicas inorgánicas en disolución en el agua de mar, que se hallan en un equilibrio de intercambio con el anhídrido carbónico atmosférico, también deben hallarse activadas por el radiocarbono.

La reserva total de carbono contiene al parecer unos 8,3 g de carbono elemental por cm^2 de la superficie terrestre; la mayor parte la forma la substancia inorgánica disuelta en el mar, que alcanza a 7,25 g, y el resto lo componen 0,12 g de anhídrido carbónico atmosférico y unos 0,9 g en la materia viviente de la Tierra y en las substancias orgánicas muertas y disueltas en el agua de mar.

Como la mayor parte de esta reserva se compone de materia inorgánica en el mar, que es fácil de determinar exactamente, tenemos la certeza de que la cifra total de 8,3 tiene un error no mayor del 10%, aunque la determinación de la cantidad de materia viviente sobre la Tierra es una labor de gran dificultad. Partiendo pues de la existencia de 8,3 g de carbono, que se mezclan con el anhídrido carbónico atmosférico en una escala de tiempo del orden de 8000 años, podemos calcular que la actividad específica de la materia viva es de 2,4 dividido por 8,3 desintegraciones por seg. y por gramo de carbono existente. El valor observado experimentalmente es 2,12 dividido por 8,3.

Esto nos lleva a aceptar que el postulado de la constancia de la radiación cósmica durante los últimos 20 000 años y el postulado (no expresado específicamente pero sí por implicación) de que el volumen de las reservas no ha cambiado, son probablemente exactos. Parece altamente improbable que la intensidad de los rayos cósmicos tenga una relación causal con el volumen del mar. Estimamos, por lo tanto, que la casi coincidencia entre la actividad específica observada y la calculada debe significar que tanto los rayos cósmicos como el volumen del mar han permanecido relativamente constantes durante los pasados 10 000 o 20 000 años.

Como sabemos que la intensidad neutrónica de los rayos cósmicos varía considerablemente con la latitud [6], se plantea ahora el problema de determinar si la substancia viviente en la región del ecuador no será menos radiactiva que la de las regiones austral y septentrional, ya que la intensidad neutrónica de los rayos cósmicos en la longitud geomagnética 50° N es cuádruple a la del ecuador. Pero, pensándolo bien, pronto comprendemos que no puede ser así, ya que el promedio de los átomos de carbono vive 8000 años y ha sufrido durante un período tan extendido numerosas traslaciones con los vientos y las corrientes marinas. Las pruebas directas han comprobado ser correcta esta suposición y que toda la materia viviente de las distintas regiones de la Tierra posee la misma actividad radiocarbónica por gramo de carbono contenido, dentro del error de la medición.

La datación radiocarbónica se basa en el hecho de que la asimilación de radiocarbono cesa en el momento de la muerte. El radiocarbono presente en el cuerpo en dicho momento desaparece a la velocidad inmutable correspondiente al isótopo mismo. Por lo tanto, podemos calcular que una momia o un fragmento de madera o de tejido animal o de cualquier substancia que haya tenido vida mostrará, a los 5568 años de su muerte, la mitad de la radiactividad específica observada en la materia orgánica viva en la actualidad. El contenido radiocarbónico de las substancias muertas revela, a la luz de dicho principio, su edad, contada a partir de la fecha de la muerte y no del nacimiento del organismo, como es costumbre. El error de dicho cálculo depende de la exactitud con que podamos medir la radiactividad específica. La comparación directa con substancias orgánicas de edad conocida hasta un límite de 5000 años, que es la fecha de los materiales más viejos de que disponemos, parece confirmar esos postulados y deducciones. La aplicación de este método a las grandes divisiones cronológicas de la prehistoria ha resultado en una serie de fechas que presentan bastante consistencia y nos dan esperanzas sobre la válida aplicación de esta técnica de datación.

METODOS DE MEDICION

El contenido radiocarbónico de la materia viviente es tan bajo que su medición se hace difícil. En nuestro laboratorio hemos usado el procedimiento de convertir la muestra de que se trate en carbono puro y medir luego la radiactividad de éste, para lo que se usa un contador de Geiger (Fig. 2) en el que se recubre la pared cilíndrica con el carbono: ésa es la posición más ventajosa para registrar las radiaciones de la muestra. La probabilidad obtenida con un área de 400 cm^2 de una muestra de carbono de peso total de 8 g es de 5,46%. Como la materia orgánica moderna nos da un promedio de 15,3 desintegraciones por minuto por gramo de carbono,

podemos calcular que en nuestro contador se registrarán 8 × 15,3 × 0,0546 o sea 6,7 radiaciones por minuto.

Un contador del tamaño usado normalmente registra además una radiación de fondo de 500 a 600 puntos por minuto, la cual se debe a las contaminaciones que se producen en el laboratorio con substancias naturalmente radiactivas y a la radiación cósmica. Es por tanto necesario reducir esa radiación de fondo hasta una fracción muy pequeña de su valor normal si queremos medir el contenido radiocarbónico de la materia orgánica. Ello puede conseguirse por medio de los aparatos ilustrados en las Figs. 3 y 5. Como las radiaciones de fondo tienen un doble origen: los rayos cósmicos y la radiactividad natural, usamos dos tipos de coraza. Para las últimas empleamos una coraza de hierro de varios centímetros, la cual reduce el «fondo» de 600 a 100 puntos por minuto. Este residuo apenas puede reducirse más haciendo más gruesa la coraza (una coraza de 7 m sólo lo reduce en un 20 a 30%). Es evidente, por lo tanto, que los rayos cósmicos no pueden absorberse y es preciso encontrar un procedimiento para eliminarlos. Para ello colocamos un círculo de contadores rodeando estrechamente al que contiene la muestra y los conectamos eléctricamente de tal modo que la incidencia de una radiación en uno de los contadores envolventes detiene el funcionamiento del contador central durante una fracción mínima de segundo. Es evidente que toda radiación que llegue al contador central debe haber pasado a través de uno de los envolventes, a menos que haya incidido directamente a lo largo del eje de aquél. Como puede verse en la figura, no hemos colocado una protección en los extremos del sistema. Con éste hemos conseguido reducir el número de «parásitos» a 5 por minuto. En cuanto a la pérdida de eficiencia del contador central causada por el mecanismo de anti-coincidencia, como el registro total de los contadores envolventes colocados dentro de una coraza de hierro de 20 cm suma sólo 900 puntos por minuto, y como cada impulso sólo detiene el contador central durante 1 milisegundo, resulta que éste sólo está detenido un segundo por cada minuto. Por otra parte, este tipo de protección presenta el inconveniente de que no se puede ampliar fácilmente su tamaño. También es de notar la ventaja de colocar los contadores envolventes dentro de la coraza de hierro. Las radiaciones del radiocarbono no llegan, por falta de poder de penetración, a los contadores envolventes y no activan por tanto el mecanismo anti-coincidente. Una hoja corriente de papel pergamino es suficiente para detener por completo la radiación radiocarbónica.

En el caso de la madera o la turba, la transformación de las muestras en carbono elemental se consigue mediante su combustión, formándose CO_2. Con las substancias inorgánicas, tales como el carbonato de calcio, el CO_2 se obtiene por acidificación. Del CO_2, que es la substancia con que se trabaja siempre, hay que eliminar luego el radón, ya que es de suponer que en toda substancia se hallan presentes siempre pequeñas cantidades de uranio y radio y que en las operaciones de combustión y acidificación el radón acompañe al CO_2. Esta purificación se consigue por precipitación de carbonato de calcio, lavaje y secado del mismo. El $CaCO_3$ así purificado se acidifica con HCl, produciéndose de nuevo el CO_2, que se seca y conserva en bombillas. La reducción a carbono elemental se obtiene por reacción con magnesio puro. Las virutas de magnesio se colocan en un tubo ordinario de hierro de 1 m de largo y 2,5 cm de diámetro, conectado a un tubo neumático. Se extrae el aire y se introduce el CO_2, calentándose entonces el tubo a la temperatura de fusión del magnesio (651°c). Se inicia ahora vigorosamente la reducción y debe tenerse buen cuidado de que el calentamiento no abra orificios en el tubo de hierro. Normalmente, si la operación se realiza con diligencia se puede obtener 1 molécula-gramo de carbono (22,4 litros aproximadamente de CO_2).

Una vez completada la reducción, se sacan del tubo los productos sólidos y se extractan con ácido clorhídrico para eliminar el exceso de magnesio y el óxido de magnesio producido en la reacción. Esta extracción tarda de 24 a 48 horas, resultando un negro de carbón de un 90% de pureza, con residuos de óxido de magnesio, que por causas desconocidas es muy difícil de eliminar completamente con el ácido clorhídrico, y un 5% de materia no carbónica, pero volátil, que puede ser agua absorbida u oxígeno quemisorbido, o ambos. Las muestras deben analizarse para determinar el contenido de carbono y enmendar consecuentemente el registro de radiaciones.

DISTRIBUCION DEL RADIOCARBONO

E. C. Anderson [7–9] ha estudiado la distribución del radiocarbono presente hoy en la Tierra. Como era de esperar, la marcada variación en la velocidad de producción en las distintas latitudes se halla contrarrestada por la larga vida del radiocarbono y la consiguiente oportunidad de traslación a otras regiones. Los datos contenidos en la Tabla 1 no indican una variación significativa,

TABLA I

Actividad de las muestras de la biosfera terrestre

Origen	*Latitud geomagnética*	*Actividad específica absoluta. (desintegraciones por minuto por gramo)*
Abeto blanco, Yukon	60° N	14,84±0,30
Abeto noruego, Suecia	55° N	15,37±0,54
Olmo, Chicago	53° N	14,72±0,54
Fraxinus excelsior, Suiza	49° N	15,16±0,30
Hojas de madreselva, Oak Ridge, Tennessee	47° N	14,60±0,30
Ramitas y agujas de pino, Mount Wheeler, Nuevo México (4000 m alt.)	44° N	15,82±0,47
Escaramujo norteafricano	40° N	14,47±0,44
Roble, Sherafut, Palestina.. ..	34° N	15,19±0,40
Madera sin identificar, Teheran, Irán	28° N	15,57±0,34
Fraxinus mandshurica, Japón.. ..	26° N	14,84±0,30
Madera sin identificar, Panamá ..	20° N	15,94±0,51
Chlorophora excelsa, Liberia	11° N	15,08±0,34
Sterculia excelsa, Copacabana, Bolivia (3000 m alt.)	1° N	15,47±0,50
Maderafierro, Majuro, Islas Marshall	0°	14,53±0,60
Madera sin identificar, Ceylón ..	2° S	15,29±0,67
Haya (*Nothofagus*), Tierra del Fuego	45° S	15,37±0,49
Eucalyptus, New South Wales, Australia	45° S	16,31±0,43
Aceite de foca del Antártico ..	65° S	15,69±0,30
Valor promedio		15,3±0,1*

* Un error de calibración del contador eleva el error del valor absoluto a 0,5.

respecto al valor medio, de la radiactividad de las muestras de madera tomadas de puntos muy distantes de la superficie terrestre.

Como hemos mencionado previamente, el contenido absoluto de radiocarbono parece hallarse en buena concordancia con la presente intensidad de producción radiocarbónica, si asumimos que el radiocarbono se halla presente hasta las capas más profundas del océano. La cantidad de carbono presente en las formas vivas terrestres es de una magnitud insignificante en relación a las existencias de carbono inorgánico en el mar. En otras palabras, los 2,4 neutrones por segundo y por cm² que se producen actualmente por término medio, divididos por los 8,3 g de carbono en el océano y en el ciclo vital, concuerdan, dentro de un márgen del 10%, con el contenido radiocarbónico observado en la época presente. Lo cual indica con suficiente claridad que en las grandes profundidades del mar se produce también una mezcla completa en 8000 años, punto de verdadero interés para la oceanografía, y también que la presente intensidad de los rayos cósmicos no es muy diferente de la que existía hace 8000 años. Este último punto es, naturalmente, de importancia vital para el método de datación radiocarbónica, ya que tenemos que presumir que la proporción que hoy encontramos en la materia viviente es igual a la de la materia viviente en todas las épocas, y que un trozo de madera hoy observado nos da un contenido radiocarbónico idéntico al que hubiera dado en Egipto hace 5000 años. Como más adelante veremos, la evidente concordancia del contenido radiocarbónico de muestras de conocida antigüedad viene asimismo a confirmar esta suposición.

LA DATACION RADIOCARBONICA

La posible utilización del radiocarbono natural para establecer la fecha de un objeto dado fué uno de los principales fines de nuestras primeras investigaciones, durante las cuales descubrimos, en colaboración con A. V. Grosse y sus ayudantes [10],

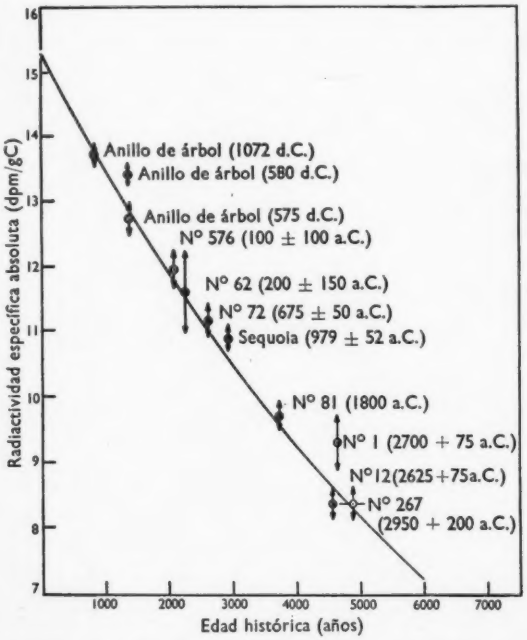


FIGURA 1 – *Muestras de edad conocida. La gráfica está calculada a base del contenido de carbono en la madera de hoy y de las medidas experimentales de la media-vida del radiocarbono. Los puntos indican la radiactividad específica de diversas muestras de materia orgánica, principalmente madera, de edad histórica conocida. Los errores indicados son las desviaciones* standard *y están calculados enteramente sobre la base del número de registros tomados. No reflejan por tanto otros errores, tales como los efectos de la contaminación.*

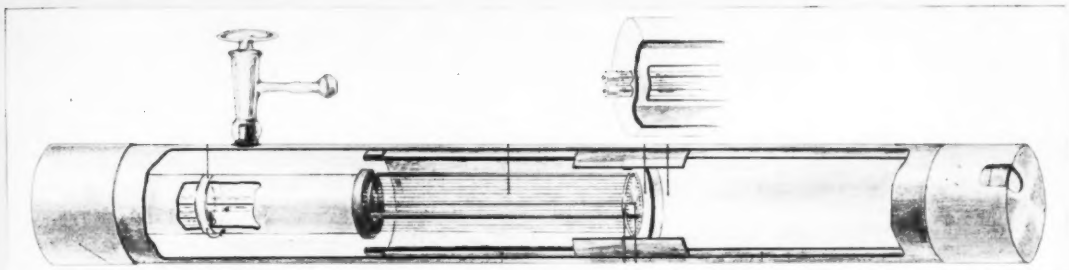


FIGURA 2 – *Contador de cortina. La muestra (bajo forma de carbono elemental) se coloca sobre la superficie interna de un cilindro móvil que rodea a una rejilla definidora del volumen de sensibilidad del contador de Geiger. Las dos posiciones posibles del cilindro hacen que la muestra se encuentre alternativamente sobre la rejilla o apartada de ésta; la diferencia en el registro de radiaciones es por tanto una medida directa de la radiactividad del carbono.*

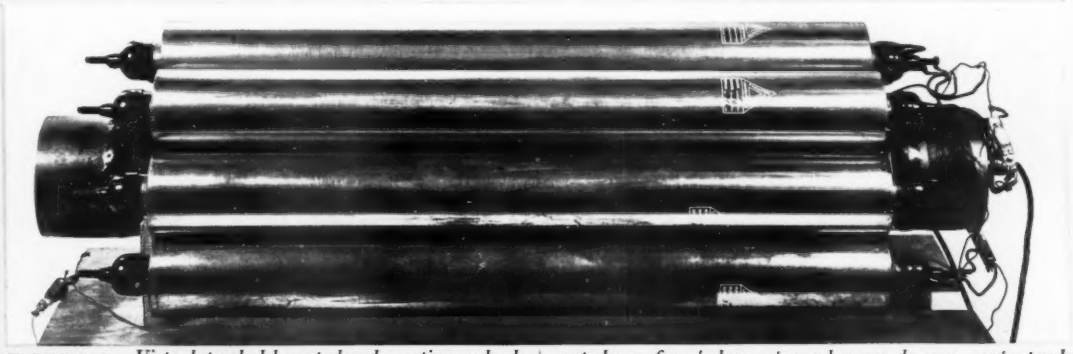


FIGURA 3 – *Vista lateral del contador de cortina rodeado de los contadores envolventes que «contrarrestan» los penetrantes rayos cósmicos. La caja de abajo contiene otros cuatro contadores, formándose así una barrera de once, según puede verse en la Fig. 5.*

FIGURA 4 – *Muestras típicas usadas para las dataciones. Izquierda, arriba: cuerda de 2000 años (Perú); abajo: sandalia de soga (Fort Rock Cave, Oregon). Derecha, arriba: tejido de algodón de 2000 años (Perú); abajo: excremento de 10 000 años del extinto perezoso gigante* (Northrotherium shastense) (*Gypsum Cave, Nevada*).

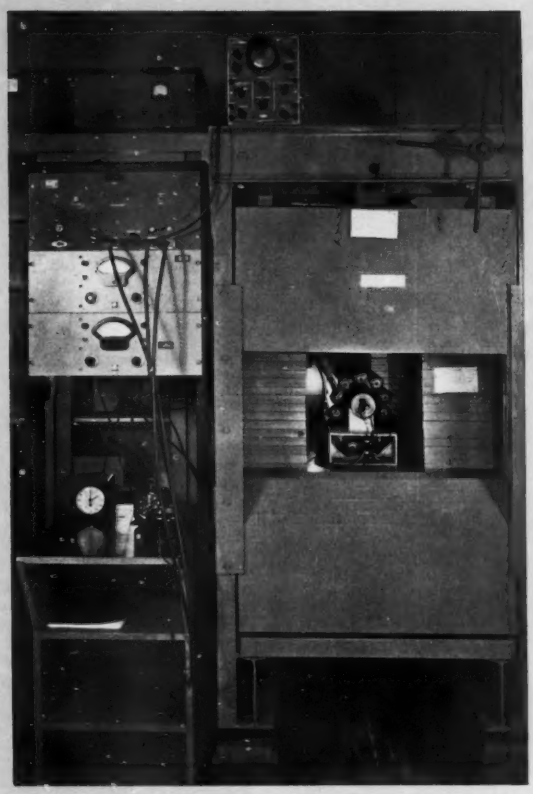


FIGURA 5 – *Aparato completo para las dataciones radiocarbónicas. Consiste de una coraza de hierro (con la puerta abierta), el sistema de contadores y los aparatos electrónicos auxiliares. La coraza tiene un grosor mínimo de 20 cm de hierro y pesa unas seis toneladas.*

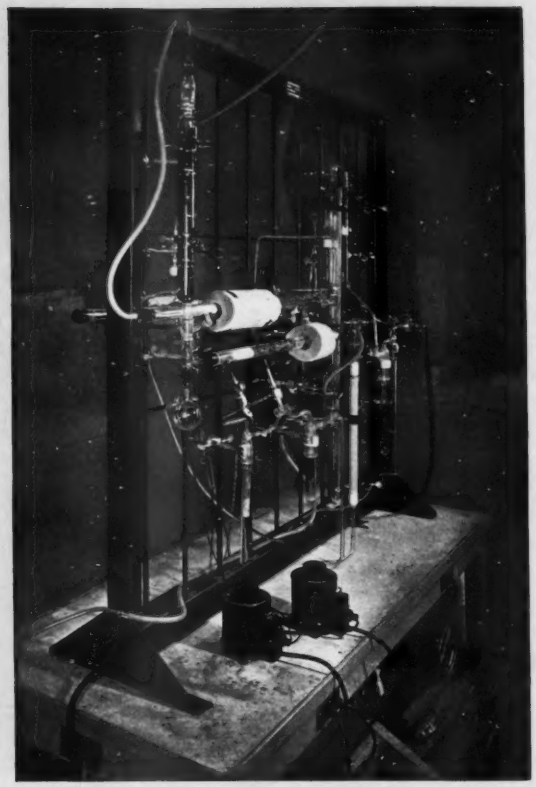


FIGURA 6 – *Tubo neumático ordinario utilizado para carbonizar las muestras, almacenándose el CO_2 así obtenido en las bombillas. El CO_2 se reduce luego a carbono con magnesio metálico.*

existencias de radiocarbono natural en el metano del alcantarillado de Baltimore, y asimismo desarrollamos las técnicas de medición, establecimos la proporción mundial y nos aproximamos a la fase fundamental de aplicación del método de datación. En esta fase de nuestros trabajos se unió a nuestro grupo, como principal colaborador, James Arnold, y la *American Anthropological Association* y la *Geological Society of America* nombraron un Comité sobre el Carbono-14 en el que figuraban F. Johnson (Presidente), D. Collier, F. Rainey y R. F. Flint. La función de dicho Comité era asesorarnos sobre la selección de las muestras y, aún más importante, establecer las pruebas necesarias para verificar la validez del método. La *Wenner Gren Foundation for Anthropological Research* realizó una generosa aportación económica para estas investigaciones. Parte del desarrollo de la técnica de registro de bajo nivel se llevó a cabo mediante un contrato con las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos.

El comité asesor decidió que sería posible probar el método usando muestras de edad conocida hasta un límite de 5000 años. Los resultados de estas pruebas aparecen en la Fig. 1, que muestra la curva exponencial de las desintegraciones calculadas a base del contenido radiocarbónico medio de la materia orgánica de nuestra época y de la determinación experimental de la media-vida del carbono (Tabla I). Los errores medios indicados se hallan determinados únicamente por medio de la estadística del registro; esto es, dependen en esencia de la raíz cuadrada del número total de desintegraciones registradas. La experiencia nos ha mostrado que ésta es la principal fuente de errores fortuitos en las operaciones de medición, y que las repetidas medidas han mostrado variaciones consistentes con este valor. Las substancias elegidas como muestras de edad conocida aparecen indicadas en la Tabla II.

Queda claro que, con una o dos excepciones, la concordancia es satisfactoria. Una de las muestras

más interesantes es el pino gigante californiano que, al parecer, aun contiene en su *lignum* la misma cantidad de carbono que en la fecha de su formación.

El radiocarbono depositado al principio de la historia es aun más de la mitad del contenido actual; por lo tanto era evidentemente necesario determinar cómo podrían utilizarse los datos de los períodos de la prehistoria para comprobar nuestro método. Hizimos frente a este problema estableciendo toda una red de proyectos de tal modo organizados que facilitasen el máximo número de comprobaciones internas. Se excluyeron arbitrariamente ciertas zonas del mundo y épocas históricas para poder concentrar más — geográfica e históricamente — los problemas prehistóricos bajo investigación. Los resultados hasta ahora obtenidos son casi 400, inclusos los conseguidos en otros laboratorios. Mencionamos algunos de los más interesantes en la Tabla III.

Es algo difícil juzgar el valor de este grupo de dataciones. Parece ser que una de las conclusiones más importantes es que Europa y Norteamérica estuvieron cubiertas por el hielo por última vez hace unos 11 000 años. Así se deduce de los resultados de las selvas de *Two Creeks* de Wisconsin (muestras Nos 308, 365, 366, 536, 537 y C630) y de las dataciones europeas 337 de Alemania, 355 y 356 de Irlanda, y 444 de Inglaterra. Ciertos datos parecen sugerir que ambas regiones septentrionales de Europa y América estuvieron cubiertas de hielo simultáneamente, y es interesante señalar que, desde el punto de vista de la datación radiocarbónica, los más antiguos datos de la presencia humana tanto en América como en Inglaterra y Dinamarca son esencialmente contemporáneos, indicando una fecha de hace 10 000 años. Teníamos el temor de encontrar restos humanos anteriores a la última época glacial, lo que significaría la total invalidez del método, ya que los glaciares limpian todo resto y no debe quedar en los terrenos por ellos cubiertos residuo alguno de la anterior ocupación humana. Así, en Inglaterra, que quedó totalmente cubierta de hielo no hemos hallado datos de la presencia humana anteriores a la última época glacial. Al parecer, la cueva de Lascaux (Dordogne), muestra 406, estuvo ocupada unos 5000 años antes de la última época glacial; otros ejemplos no incluídos en la Tabla han revelado asimismo la existencia humana alrededor del Mediterráneo bastante antes de dicha época. En América no se han hallado datos paralelos a ésos, lo que bien puede ser algo fortuito, pero extraño cuando consideramos la abundancia de datos que aparece hacia la fecha de 10 000 años.

El problema final del valor de las fechas absolutas obtenidas por el método radiocarbónico aun no está totalmente resuelto. Las pruebas parecen serle un tanto favorables, pero sólo con el paso del tiempo y la consiguiente acumulación de otros datos y organización de los ya obtenidos podremos obtener una valoración final de este método.

TABLA II

Muestras de edad conocida

Muestra Nº	*Descripción*	*Datación radiocarbónica (años)*
108A	*Tronco de Sequoia*, fragmentos de los anillos de crecimiento entre los años 1057 y 1087 d.C.; edad conocida 880 ± 15 años.	800 ± 600 900 ± 200 1030 ± 200 900 ± 200 Med. 930 ± 100
103	*Madera de abeto Douglas* excavada en 1931 en el Red Rock Valley, Sala 6 de la Cueva «Broken Flute». Anillo interior, 530 d.C.; anillo exterior 623 d.C.; edad conocida 1330–1423 años.	973 ± 200 1070 ± 100 Med. 1042 ± 80
108B	*Tronco de Sequoia* (108A): anillos 570–578 d.C.; edad conocida 1377 ± 4 años.	1520 ± 170 1300 ± 200 Med. 1430 ± 150
576	*Papiros del Mar Muerto.* Libro de Isaias; cubiertas de lino. Hallados en una cueva cerca de Ain Fashkha, Palestina. Atribuídos al siglo I o II a.C.	1917 ± 200

TABLA II (*continuación*)

Muestra Nº	*Descripción*	*Edad (años)*
62	*Madera de ataúd* mumiforme del período tolomeico. Edad conocida: 2280 años, según J. Wilson.	2190 ± 450
72	*Madera del suelo* de una sala central de un extenso *Hilani* (palacio) del período Sirio-Hittita de la ciudad de Tayinat, Noroeste de Siria. Edad conocida 2625 ± 50 años, según R. J. Braidwood.	2696 ± 270 2648 ± 270 2239 ± 270 Med. 2531 ± 150
159	*Madera de la médula del pino canadiense gigante* llamado «el muñon centenario», derribado en 1874, con 2905 y 2802 anillos entre la parte interna y externa respectivamente de la muestra y el exterior del árbol. Edad conocida: 2928 ± 51 años.	3045 ± 210 2817 ± 210 2404 ± 210 Med. 2710 ± 130
81	*Madera del puente de una nave funeraria* de la tumba de Sesostris III. Edad conocida: 3750 años, según J. Wilson.	3845 ± 400 3407 ± 500 3642 ± 310 Med. 3621 ± 180
1	*Viga de madera de acacia* en excelente estado de conservación de la tumba de Zoser en Sakkara. Edad conocida 4650 ± 75 años, según J. Wilson.	3699 ± 770 4234 ± 600 3991 ± 500 Med. 3979 ± 350
12	*Viga de ciprés* de la tumba de Sneferu en Meydum. Edad conocida 4575 ± 75 años, según J. Wilson.	4721 ± 500 4186 ± 500 5548 ± 500 4817 ± 240 Med. 4802 ± 210
267	*Plancha de madera* de una viga del techado de la tumba del Visir Hemaka, contemporáneo del Rey Udimu, I Dinastía, en Sakkara. Edad aceptada: 4700–5100 años, según Braidwood.	4803 ± 260 4961 ± 240 Med. 4883 ± 200

Con excepción de las muestras 108A y 108B que fueron determinadas por J. L. Kulp y sus colaboradores en la Universidad Columbia [11], todos los demás datos pueden hallarse en el libro «Radiocarbon Dating» [9].

TABLA III

Dataciones radiocarbónicas

I. MESOPOTAMIA Y ASIA OCCIDENTAL

Muestra Nº	*Descripción*	*Edad (años*
1, 12, 62, 81, 267 *Vid.* Tabla II	A. EGIPTO	
463	*Carboncillo* del punto A-15 del suelo de las cabañas en El-Omari, cerca de El Cairo. Una estima tipológica de la posición de El-Omari sería aprox. una distancia media entre la época de los fosos de Fayum (Nos 457, 550 y 551) y Hemaka (N° 267).	5256 ± 230
C-753	*Carboncillo* de Shaheinab, cerca de Kartum, Sudán.	5060 ± 450

TABLA III (*continuación*)

Muestra Nº	*Descripción*	*Edad (años)*
C-754	*Conchas bivalvas* procedentes de Shaheinab, al parecer muy poco alteradas.	5446 ± 380
457	*Granos de trigo y de avena* no carbonizados y sin preservativos, del Foso 13 del Fayum A.	6054 ± 330 6136 ± 320 Med. 6095 ± 250
550 y 551	*Granos de trigo y avena* del Foso 59, Frasco 3, y otros de Fosos (Número extraviado) del Fayum A.	6391 ± 180
	B. IRAK	
113	*Caparazones de caracoles de tierra* bastante bien preservados, tomados de los niveles basales 7 y 8 en Jarmo.	6707 ± 320
C-742	*Carboncillo de Jarmo*, un primitivo yacimiento de una aldea en el *liwa* de Kirkuk, Irak, entre las ciudades de Kirkuk y Sulimaniyah. Pertenece al primer Neolítico y muestra los más antiguos indicios en el Próximo Oriente de una economía aldeana productora de alimentos bien establecida. Sólo el tercio superior del yacimiento produjo cerámica transportable. Una excavación, marcada I, llegó hasta el suelo virgen cerca de uno de los bordes del montículo, hallándose ocho suelos. Una segunda excavación (II) realizada en el punto más alto midió 4 m al atravesar el sexto suelo (3,2 m sobre el suelo virgen). El sexto suelo de II equivale al tercero de I, y el segundo de II al primero de I. Las muestras más antiguas de Jarmo (113) proceden del séptimo suelo de I.	6606 ± 330
C-743	*Carboncillo* del quinto suelo de la excavación II, Jarmo (*Vid.* muestras 742 y 113).	6695 ± 360
	II. EUROPA OCCIDENTAL	
	A. FRANCIA	
406	*Carbón vegetal* de la cueva de Lascaux (Dordogne).	15 516 ± 900
	B. ALEMANIA	
337	*Turba con restos de abedul* de la zona polínica II*b*, el Allerød más joven, de Wallensen-im-Hils, Noroeste de Alemania.	11 044 ± 500
	C. DINAMARCA	
432	*Piñas de Dinamarca.* Pertenecen a la zona polínica V, que se calcula tiene 8500 años..	7583 ± 380
433	*Avellanas de Dinamarca.* De una sola residencia de verano, perteneciente a la última época boreal, zona polínica VI, que se calcula tiene 8000 años.	9935 ± 440 9927 ± 830 Med. 9931 ± 350
434	*Carboncillo* de la misma casa que el Nº 433. Edad calculada: 8000 años.	8631 ± 540
435	*Madera de abedul* de la misma zona que los Nºs 433 y 434. Probablemente unos años más jóven que la casa I.	9425 ± 470
	D. IRLANDA	
355	*Lodo lacustre* de Knocknacran, Condado de Monaghan, Irlanda. Glacial posterior, zona polínica II.	11 310 ± 720
356	*Lodo lacustre* de Lagore, Condado de Meath. Postglacial anterior, zona IV.	11 787 ± 700

TABLA III (*continuación*)

Muestra Nº	*Descripción*	*Edad (años)*
	E. INGLATERRA	
353	*Plataforma de madera* de un yacimiento mesolítico en el Lago Pickering, Yorkshire.	10 167 ± 560 8808 ± 490 Med. 9488 ± 350
444	*Lodo lacustre* de Neasham, cerca de Darlington, extremo septentrional de Inglaterra. Zona polínica II, correlacionada directamente con la última fase glacial.	10 851 ± 630
341	*Turba* de Hawks Tor, Cornualles. Glacial posterior, zona polínica II, 2,70 × 2,80 m en el yacimiento I, mitad de la turba inferior.	9861 ± 500
602	*Muestra de carboncillo* de Stonehenge, Wiltshire.	3798 ± 275
	F. ISLANDIA	
C-749	La dirección del campo magnético terrestre queda registrada en las lavas en el momento de su solidificación por la permanente polarización de las mismas. Cerca de Reykjavik existe un flujo de lava con polarización aproximadamente paralela al presente campo geomagnético. Se deslizó sobre *turba postglacial*, de la cual está constituída la muestra. Su fecha se correlaciona directamente con la del flujo.	5300 ± 340
	III. ESTADOS UNIDOS	
	A. LUISIANA, MISSISSIPPI, NEBRASKA Y TEXAS	
558	*Hueso incinerado de bisonte*, Lubbock, Tejas, Horizonte de Folsom.	9883 ± 350
	B. ARIZONA, CALIFORNIA Y NUEVO MEXICO	
440 y 522	*Carboncillo* de cerca de Sacramento, cultura Horizonte anterior central de California.	4052 ± 160
C-631	*Petróleo crudo* tomado de una profundidad de 370 m en la formación de Tulare, Plioceno superior, en el campo «South Belridge», California.	Más de 24 000
C-632	*Petróleo crudo* tomado de la zona superior o media de Pico (Plioceno superior) en el campo «Padre Canyon», California.	Más de 27 780
	C. NEVADA, OREGON Y UTAH	
221	*Estiércol de perezoso gigante* de la cueva Gypsum, Las Vegas, Nevada. Recogido en 1931 en la Sala I, capa de estiércol a 1,90 m de la superficie.	10 902 ± 440 10 075 ± 550 Med. 10 455 ± 340
599	*Guano de murciélago* tomado de una superficie inmediata a gravas pleistocénicas en Leonard Rock Shelter, Nevada.	11 199 ± 570
298	*Soportes (atlatl) de madera (Sarcobatus).*	7038 ± 350

TABLA III (*continuación*)

Muestra Nº	*Descripción*	*Edad (años)*
247	*Carboncillo* derivado de un árbol quemado por el pómez incandescente arrojado durante la explosión del Monte Mazama (que formó Crater Lake). El pómez alcanza una profundidad de 25 m en este punto, y la parte del árbol de que procede la muestra se hallaba cubierta por unos 12 m de pómez. Al parecer el árbol se encontraba todavía erecto.	6389 ± 320 7318 ± 350 5938 ± 400 6327 ± 400 Med. 6453 ± 250
428	*Varios pares de sandalias de cuerda trenzada* hallados en la cueva Fort Rock que quedó enterrada bajo el pómez durante la erupción de Newberry en Oregón.	9188 ± 480 8916 ± 540 Med. 9053 ± 350
609	*Carboncillo, madera y estiércol de oveja* de la cueva Danger, cerca de Wendover, Utah.	11 453 ± 600
610	Igual que el Nº 609, *madera.*	11 151 ± 570
C-611 y C-635	Muestras de la cueva Danger, cerca de Wendover, Utah. El piso de la cueva fué datado en 11 453 ± 600 y 11 151 ± 570 años por medio del *estiércol de oveja y fragmentos de madera* hallados en la arena (muestras 609 y 610).	
C-611	*Carboncillo* inmediatamente superior a las más profundas capas de los 3 m de depósitos de desperdicios y escombros hallados en la entrada de la cueva.	9789 ± 630
C-635	*Guano chamuscado de murciélago, tallos vegetales y ramitas* a 45–60 cm debajo de la superficie actual del montón de escombros.	1930 ± 240
	D. MINNESOTA, WISCONSIN Y WYOMING	
308 365 366 536 537	Muestras de *madera y turba* del lecho forestal de Two Creeks, Wisconsin. El lecho forestal descansa bajo Valder's Drift (Thwaites). Al parecer, la foresta de abetos quedó sumergida, desplazada y enterrada bajo los deslizamientos glaciales durante el último avance del hielo en esta región. Se supone pertenece a la época Mankato.	
	Muestra	
	308 *Madera de abeto*	10 877 ± 740
	365 *Raíz de árbol*	11 437 ± 770
	366 *Turba* en que había enraizado 365	11 097 ± 600
	536 *Madera de abeto*	12 168 ± 1500
	537 *Turba*	11 442 ± 640
		Med. 11 404 ± 350
C-630	*Madera glacial* de Kimberly, Wisconsin. Consistía de un muñón de árbol de 3 × 1,7 m, hallado hace doce años. El sitio se encuentra en línea directa con el yacimiento «Pointe Beach» de Two Creeks, suponiéndose que pertenezca a la época Mankato (*Vid.* muestras 308, 365, 366, 536, 537, 444, 355 y 356).	10 676 ± 750
302	*Hueso de bisonte* parcialmente incinerado, con elevado contenido de materia orgánica, de Sage Creek, Wyoming.	6619 ± 350 7132 ± 350 Med. 6876 ± 250

TABLA III (*continuación*)

Muestra Nº	*Descripción*	*Edad (años)*
	IV. SUDAMERICA	
484	*Estiércol de perezoso gigante* de la cueva de Mylodon, Ultima Esperanza, Chile (51° 35'S). Sin relación con instrumentos humanos, aunque hay restos de perezoso y de habitación humana en tres cuevas a una distancia de 200 km (*Vid.* Nº 485).	10 800 ± 570 10 864 ± 720 Med. 10 832 ± 400
485	*Huesos incinerados de perezoso, caballo y guanaco*, asociados con huesos humanos y artefactos de la cueva de Palli Aike, Chile.	8639 ± 450
	V. OTRAS ZONAS	
548	*Carboncillo* del montículo conchífero de Ubayama, a 16 km al E. de Tokyo, Japón. Formaba parte de los restos estructurales del área de casas en los niveles inferiores del montículo.	4850 ± 270 3938 ± 500 Med. 4546 ± 220
603	*Carboncillo* recogido del horizonte temprano de Jomon posterior en el montículo Ubayama (*Vid.* Nº 548), Japón.	4513 ± 30
C-613	*Gran madero* del famoso yacimiento prehistórico de Zimbabwe, Rhodesia del Sur. Se supone generalmente que la ciudad data del siglo XIV o XV de nuestra era; quizás se remonte hasta el siglo IX d.C.	1415 ± 160 1344 ± 160 1271 ± 260 Med. 1361 ± 120
C-669	*Valva de ostra* hallada a 45 cm bajo la superficie del yacimiento de Chalan Piao y a 750 m de la costa, en la Isla de Saipán.	3479 ± 200
C-721	*Concha* (*Tridacna*) de «Blue Site» en la isla de Tinian (Marianas), Prueba A, a una profundidad de 57 cm.	1098 ± 145

Todas las fechas publicadas aparecen en las referencias 9, 11, 12 y 13.

BIBLIOGRAFIA

[1] YUAN, L. C. L. *Phys. Rev.*, **74**, 504, 1948.
[2] ROBSON, J. M. *Ibid.*, **83**, 349, 1951.
[3] LADENBURG, R. *Ibid.*, **86**, 128, 1952.
[4] KORFF, S. A. *Terr. Magn. atmos. Elect.*, **45**, 133, 1940.
[5] LIBBY, W. F. *Phys. Rev.*, **69**, 671, 1946.
[6] SIMPSON, J. A., Jr. *Ibid.*, **73**, 1389, 1948.
[7] ANDERSON, E. C. «Natural Radiocarbon». Tesis doctoral, Universidad de Chicago. 1949.
[8] ANDERSON, E. C. y LIBBY, W. F. *Phys. Rev.*, **81**, 64, 1951.
[9] LIBBY, W. F. «Radiocarbon Dating». University of Chicago Press, Chicago. 1952.
[10] ANDERSON, E. C., LIBBY, W. F., WEINHOUSE, S., REID, A. F., KIRSHENBAUM, A. D., y GROSSE, A. V. *Science*, **105**, 576, 1947.
[11] KULP, J. L., FEELY, H. W., y TRYON, L. E. *Ibid.*, **114**, 565, 1951.
[12] KULP, J. L., TRYON, L. E., ECKELMAN, W. R., y SNELL, W. A. *Ibid.*, **116**, 409, 1952.
[13] LIBBY, W. F. *Ibid.*, **116**, 673, 1952.

Jean Picard y su círculo

A. ARMITAGE

Durante el siglo XVII, la *Académie Royale des Sciences* y el Observatorio de París fueron centros de interesantes actividades científicas. Entre los estudiosos que allí se congregaban es notable la figura de Jean Picard, cuyas innovaciones del instrumental astronómico y trabajos para la determinación del tamaño de la Tierra han dejado profunda marca en la astronomía. Además, durante sus investigaciones para determinar la longitud del antiguo observatorio de Tycho Brahe, descubrió al joven astrónomo Ole Rømer, a quien inició en una brillantísima carrera científica.

Entre los avances más significativos de la Europa del siglo XVII, figura la fundación de sociedades científicas en las que los precursores de la nueva ciencia experimental se reunían para cooperar en los trabajos de investigación. Dos de estas organizaciones, la *Royal Society* de Londres y la *Académie Royale des Sciences* de Francia, alcanzaron duradera preeminencia, y es de una de las más destacadas personalidades de la última de quien nos vamos a ocupar principalmente en este estudio: Jean Picard fué la figura central de un grupo de inventores y observadores — algunos de ellos venidos de fuera de Francia — cuyos descubrimientos hicieron progresar notablemente la astronomía durante las últimas décadas del llamado «siglo de los genios».

Acerca de la vida de Picard se sabe poco más de lo que se infiere de sus obras publicadas. Nació en La Flèche, en Anjou, el 21 de julio de 1620. Se ordenó sacerdote y ostentó, al final de su vida, el título de «Prior»; su participación en la ciencia parece haber consistido en primer lugar en ayudar a las observaciones astronómicas de Pierre Gassendi (o Gassend), famoso en la historia del pensamiento por su intento de reanimar, en forma cristiana, la antigua doctrina del atomismo. Aunque Gassendi no hizo ningún descubrimiento astronómico notable, mantuvo durante muchos años la práctica de observar metódicamente toda clase de fenómenos celestes. Se requería más de un operador para manejar los complicados instrumentos de aquel tiempo, y en su diario de observaciones, bajo la fecha del 21 de agosto de 1645, Gassendi registra un eclipse solar que pudo observar con la ayuda del «estudioso y culto Joannes Picardus de Anjou». El joven astrónomo es citado de nuevo por sus servicios con ocasión de los eclipses lunares de 1646 y 1647 [1]; pero los años más fructíferos de Picard fueron los que empleó, mediada ya su vida, como uno de los más distinguidos miembros de la Academia de Ciencias.

Entre los proyectos encaminados a ensalzar la gloria de Francia, Colbert, Primer Ministro de Luis XIV, había incluído el establecimiento de una institución destinada a cultivar todas las ramas de la ciencia. Sin embargo, varios grupos de especialistas prefirieron formar asociaciones propias, dejando que un pequeño grupo de matemáticos y físicos (con inclusión de algunos químicos y naturalistas) constituyera en 1666 la nueva Academia de Ciencias, que se reuniría regularmente en la Real Biblioteca (Fig. 3) [2]. Entre los primeros académicos, Picard y otros dos, Auzout y Huygens, parece que formaron un grupo estrechamente unido que se interesaba especialmente por la astronomía. Adrien Auzout, nacido en Rouen, había desempeñado ya un papel prominente en los grupos libres de discusión que constituyeron una nota característica de la vida intelectual de París durante una generación, donde rivalizó con Picard en brillantez. Christiaan Huygens era ya muy conocido en París cuando desde Holanda llegó allí invitado en el año de la fundación. Al principio, estos tres científicos observaban los cielos desde los jardines de la Real Biblioteca. Los anales de la Academia y la *Histoire Céleste*, que cubren aquellos primeros años, nos dicen mucho acerca de los problemas y experimentos técnicos que preocupaban a Picard y sus colegas [3].

Estos estudiosos prestaron especial atención a la medida exacta de los diámetros aparentes de los cuerpos celestes. Para realizar trabajos de esta clase, se introdujo el micrómetro filar, en forma no muy diferente de la que presenta hoy. Parece que fué un invento hecho independientemente por Hooke y por Auzout, quienes lo describieron en 1667; pero Picard participó en el perfeccionamiento de su diseño y llegó a ser experto en su uso. El instrumento consistía en dos marcos de metal, cada uno de los cuales llevaba cierto número de

fibras tensas, deslizándose un marco sobre el otro en el plano focal común del objetivo y del ocular del telescopio al que se aplicaba el micrómetro. El marco deslizante se movía por medio de una rosca. A fin de medir, por ejemplo, un disco planetario, se situaba la imagen del mismo entre dos fibras, una de cada juego, calculándose la distancia entre las dos fibras por el número de vueltas y fracciones de vuelta de la rosca, y convirtiéndose luego estas unidades arbitrarias en medidas angulares [4]. Picard y Auzout usaban casi a diario el micrómetro para medir los diámetros angulares del Sol y de la Luna, protegiendo sus ojos con gafas de color o ahumadas. Un ejercicio favorito de Gassendi, el maestro de Picard, consistía en investigar el efecto de la refracción sobre la imagen solar a varias altitudes meridianas, y los astrónomos parisinos fueron los primeros en comprobar que este factor operaba hasta el cenit. Por otra parte, los resultados de la medición del diámetro angular de la Luna durante una lunación entera tendían a quebrantar la teoría lunar generalmente aceptada. En efecto, la Academia llegó a mostrar desconfianza hacia todas las tablas astronómicas existentes y resolvió construir otras nuevas a base de observaciones fundamentales. Los ambiciosos programas de observación trazados por los académicos crearon la necesidad de nuevos instrumentos, capaces de medir ángulos más grandes que los manejables con el micrómetro y con más precisión que la lograda hasta entonces. Esta necesidad quedó satisfecha con la histórica invención por Picard de las miras telescópicas, que aumentaban la exactitud de la observación unas sesenta veces.

Tales miras habían sido sugeridas hacia 1665 por Hooke, quien dice que en aquel año, él estaba usando un instrumento inventado por Sir Christopher Wren, con miras telescópicas, para examinar el movimiento de un cometa. Es posible que Picard no conociera el trabajo de Hooke y que las miras telescópicas que él usara fueran de su propia invención.

Los primeros investigadores acostumbraban a medir los ángulos celestes por medio de instrumentos provistos de un gran círculo o arco graduado, con un indicador radial, o alidada, que dirigían hacia el astro seleccionado con la ayuda de unos anteojos primitivos. Picard substituyó ese instrumento por un telescopio provisto de fibras cruzadas en el plano focal, reduciendo así grandemente la incertidumbre sobre la dirección de los objetos y la medida de los ángulos intermedios. Parece que esta revolución se operó en dos etapas [5]: primero, con el uso de un par de lentes telescópicas convexas, que se ajustaban a las miras del antiguo instrumento, o se colocaban en substitución de las mismas; segundo, cuando se vió que las lentes formaban un telescopio sin tubo, mediante el ajuste al instrumento de un telescopio completo, con tubo y todo, y con dos fibras cruzadas en el foco común. Una aplicación inmediata de esta invención consistió en fijar tal instrumento a una pared, con su arco graduado en el plano del Meridiano, y utilizarlo para medir el tiempo y la altitud del tránsito meridiano de los cuerpos celestes. Picard pidió, en realidad, a las autoridades la instalación de un cuadrante meridiano para él, pero, según la *History of Physical Astronomy* de Grant, su solicitud no fué atendida. Los instrumentos de medidas astronómicas podrían hacerse ahora mucho más pequeños que antiguamente, para fijarse en telescopios de 60 cm a 1 m de longitud. El primero de estos instrumentos quedó terminado a principios de 1669, siendo en aquel año cuando Picard quiso obtener un cálculo mejorado de la longitud de un grado de meridiano de la superficie de la Tierra, magnitud de la que podía deducirse inmediatamente el tamaño de la Tierra [6].

Picard siguió el procedimiento clásico de determinar la distancia cenital de una estrella seleccionada (en *Cassiopeia*) respecto a los dos extremos de un arco de Meridiano de longitud medida; la diferencia entre los dos ángulos (dando la diferencia de latitud de las dos estaciones de observación) guardaba la misma proporción con los 360° que la longitud del arco con respecto a la circunferencia de la Tierra, que se hacía de este modo calculable. Se habían hecho ya aplicaciones de este método por los astrónomos griegos y musulmanes; a principios del siglo XVII se introdujo un nuevo refinamiento por Willebrord Snell, «el Eratostenes holandés», quien, en vez de medir la longitud del arco de meridiano mismo, la deducía indirectamente conectándolo trigonométricamente con una corta línea básica, exactamente determinada [7].

El avance esencial logrado por Picard descansa en su uso original de los instrumentos telescópicos para medir el arco, y para determinar la diferencia de latitud entre sus puntos terminales. El arco seleccionado, de unos 128 km de longitud, cae en los llanos del nordeste de Francia; fué unido por triangulación con una línea básica cuidadosamente medida. El instrumento fundamental de Picard fué un cuadrante telescópico que servía para medir con la mayor exactitud la separación

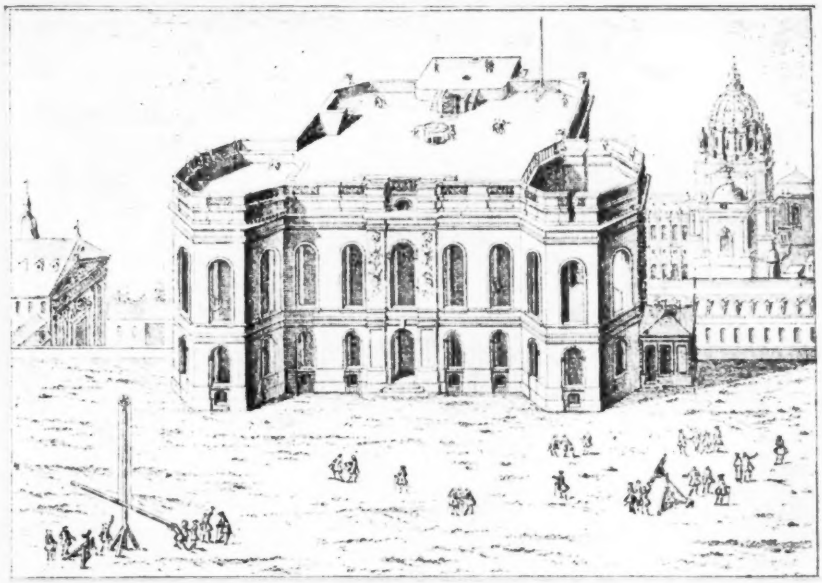


FIGURA 1 – *El Real Observatorio de París.* (*De la «Histoire Céleste» de P. C. Le Monnier. París.* 1741).

FIGURA 2 – *Topografía con el cuadrante telescópico.* (*De la «Mesure de la Terre». París.* 1671.)

FIGURA 3 – *La Real Academia de Ciencias en sesión.* (*De las «Mémoires pour servir à l'histoire des animaux». París.* 1671.)

Las ilustraciones se publican por cortesía del British Museum.

angular de dos puntos o fuegos de señales distantes (Fig. 2). Para medir las distancias cenitales, empleaba una forma primitiva de sector cenital. El trabajo ocupó la mayor parte de 1669 y 1670, y el resultado final dió un grado de meridiano correspondiente a unas 57 060 toesas (111 212 m), lo que difiere muy poco del valor aceptado ahora para la latitud aludida (111 232 m).

Poco después de la fundación de la Academia, Picard y sus colegas se dieron perfecta cuenta de las deficiencias de su observatorio del jardín; y el Rey dispuso que se les proveyera de un establecimiento permanente. La erección del Observatorio de París fué iniciada con gran ceremonia en 1667, y el edificio quedó virtualmente terminado en 1671 (Fig. 1). Al entrar el Observatorio en función, la dirección de la escuela parisiense ya no se encontraba enteramente en manos de Picard, debido a circunstancias relacionadas con la solución de otro problema fundamental con el que se hallaban enfrentados los astrónomos y navegantes de aquel tiempo: el de la determinación de la longitud.

Esta operación seguía haciéndose, rutinariamente, anotando la hora local de la ocurrencia de algún fenómeno celeste que hubiera sido vaticinado en la hora del primer meridiano; la diferencia entre la hora local y la hora del primer meridiano daba la longitud del observador. Galileo había propuesto utilizar los eclipses casi nocturnos de los satélites de Júpiter. Esta idea había sido recogida por el astrónomo italiano Giovanni Domenico Cassini, quien, en 1668, había publicado una efemérides de los satélites con tal finalidad. En el mismo año, Picard, en París, se ensayaba en la práctica de cronometrar los eclipses de esos cuerpos, aprovechando los relojes de péndulo y los grandes telescopios que tenía a su disposición. Quedó admirado de la exactitud de las tablas de Cassini, y parece que se debió a su recomendación el que Colbert tomase la importante resolución de invitar al astrónomo italiano a ir a París. Cassini pasó los cuarenta y tres años restantes de su vida en el Observatorio parisién, en cuyos avatares él y sus descendientes ejercieron una decisiva influencia hasta la era de la Revolución Francesa. Los astrónomos de la Academia tenían un motivo especial para interesarse en el problema de la longitud, pues deseaban conocer la latitud y longitud de los observatorios históricos de otros tiempos, para procurar reducir los resultados de las observaciones de éstos al meridiano de París y poder compararlas con los trabajos que se estaba efectuando allí. Con este objeto, Picard fué enviado en 1671 al antiguo observatorio de Tycho Brahe en Uranienborg, en la isla de Hven, en el estrecho danés [8]. Acompañado de un ayudante, Picard atravesó Holanda, y después de un viaje tormentoso hasta Hamburgo, llegó a Lübeck y desde allí a Copenhague. Subió a la Torre Redonda que el Rey Christian IV había construído como observatorio para Longomontanus, antiguo ayudante de Tycho Brahe, y a principios de septiembre pasó a la isla de Hven, acompañado por el joven astrónomo danés Ole Rømer. Encontraron el cerco que marcaba los cimientos del histórico observatorio de Tycho lleno de esqueletos de animales. Como la crudeza del clima comenzaba a afectar la salud de Picard, éste se retiró a Copenhague y completó su tarea haciendo observaciones desde la Torre Redonda, que podía verse desde Hven. Para hallar la diferencia de longitud entre Uranienborg y la Torre, se situó en cada estación un observador provisto de telescopio y reloj, que debía cronometrar el tránsito meridiano de Vega, comparándose luego los relojes con ayuda de una señal de fuego. Mientras tanto, se estaban cronometrando los eclipses del primer satélite de Júpiter en Copenhague y en París, donde Cassini había estado efectuando observaciones concertadas, y, combinando todos los datos, la longitud de Uranienborg desde París se calculó dentro de unos diez minutos de arco.

Al describir los resultados de su expedición, Picard alude a ciertas fluctuaciones anuales en la altitud meridiana de la estrella polar, que él había venido notando hacía unos diez años y que no podía explicar por referencia a la refracción o al paralaje estelar [9]. James Bradley, al volver a descubrir esas fluctuaciones en el siglo siguiente, logró explicarlas con su nueva hipótesis de la aberración de la luz. El primer paso hacia el logro de Bradley consistió en el descubrimiento de la velocidad finita de la luz, que se debió al joven ayudante danés de Picard, Rømer, quien había acompañado al astrónomo francés a su regreso a París, y cuyo famoso descubrimiento en 1676 fué el fruto de su concienzudo estudio de las vicisitudes de los satélites de Júpiter, emprendido durante su actuación en la Academia.

En su generosa ponderación de las brillantes facultades de hombres como Cassini y Rømer, a quienes hubiera podido considerar como temibles rivales, Picard manifestó una falta de envidia y de egoísmo que destaca como una de las más notables características de su recatada personalidad.

Se debió a Picard la publicación de la *Connaissance des Temps*, precursora del *Nautical Almanac*. El primer número, redactado por él mismo, fué publicado, bajo patente real, en 1678–9. Da las horas de salida y puesta del sol y de la luna en París, Calais, Lyón y Marsella; informes sobre los eclipses; posiciones de los planetas en intervalos de cinco días, y de la luna a diario; ecuación del tiempo; tablas para la refracción estelar, y otras informaciones. Esta publicación se dió a conocer y entró en uso inmediatamente en Inglaterra. El *Nautical Almanac* británico se publicó por primera vez en 1767.

La revolución en los métodos para determinar longitudes sugirió el proyecto de mejorar el mapa de Francia. Comenzada la tarea en 1679, Picard y el matemático Philippe de la Hire se vieron obligados por encargo real a realizar operaciones geodéticas que les hicieron recorrer el país en todas direcciones. En el curso de estas peregrinaciones, Picard sufrió un accidente en el que se rompió una pierna; después de esto su salud fué declinando. Estuvo presente en una visita real al Observatorio en mayo de 1682, y observó un eclipse en el siguiente mes de agosto, pero falleció el 12 de octubre de 1682 [10]. Parece que no ha llegado a nosotros ningún retrato de Picard, pero E. C. Watson ha hecho notar que el astrónomo está probablemente representado por la persona encapotada (tercera de la derecha) del grabado de Le Clerc reproducido en nuestra Fig. 3 [11]. La mayor parte de las observaciones de Picard se publicaron por Le Monnier en 1741, y sus papeles, ordenados por sus amigos, aparecieron con el resto de las obras de los antiguos académicos [12].

Entre las aportaciones de Picard a otras ramas de la ciencia y la tecnología, citaremos solamente su observación casual de la fosforescencia en el vacío torriceliano de un barómetro de mercurio agitado en la oscuridad, que marcó el punto de partida para muchas fructíferas investigaciones de los físicos en el siglo XVIII.

El fallecimiento de Picard y Colbert y el regreso de Huygens y Rømer a sus países respectivos, ocurridos en unos pocos meses, pusieron fin a un brillante capítulo de la historia de la astronomía. La Academia languideció hasta el fin del siglo, en que fué completamente reorganizada; el Observatorio tuvo que esperar más de cien años para lograr su independencia y una adecuada dotación. Sin embargo, los proyectos e inventos de Picard y su círculo no quedaron olvidados. Sus esfuerzos por medir la Tierra fueron continuados después de su muerte con la prolongación del arco de meridiano a través de toda Francia. La controversia resultante respecto a la figura de la Tierra dió lugar a las célebres expediciones geodéticas a Laponia y Perú (Ecuador). Mientras tanto Rømer, después de su regreso a Copenhague, había establecido observatorios en la Torre Redonda y en otros lugares, equipándolos con nuevos instrumentos, en cuyo diseño se advertía la inspiración del genio de Picard. Figuraban entre ellos un instrumento de tránsito con alambres cruzados iluminados, un círculo meridiano, un ecuatorial y un altazimut. Estos no fueron sino los primeros frutos de la vasta proliferación de instrumentos de precisión, derivados de la primera aplicación del telescopio por Picard al cuadrante astronómico. Condorcet pudo muy bien decir años después que las «ocupaciones útiles» de Jean Picard seguirían teniendo interés cuando el curso de los siglos hubiese borrado su nombre de la memoria humana.

BIBLIOGRAFIA

[1] GASSENDI, P. «Opera Omnia», Vol. IV. Lyón. 1658.

[2] BERTRAND, J. L. F. «L'Académie des Sciences». París. 1869.

BROWN, H. «Scientific Organizations in Seventeenth Century France (1620–1680)». Williams and Wilkins Co., Baltimore. 1934.

[3] «Histoire de l'Académie Royale des Sciences (1666–1699)», Vols. I y II. París. 1733.

LE MONNIER, P. C. «Histoire Céleste». París. 1741.

[4] «Mémoires de l'Académie Royale des Sciences (1666–1699)». Vol. VII. París. 1729, etc.

[5] OLMSTED, J. W. *Isis*, 40, 213, 1949.

[6] PICARD, J. «Mesure de la Terre». París. 1671.

[7] SNELL, W. «Eratosthenes Batavus». Leyden. 1617.

[8] PICARD, J. «Voyage d'Uranibourg». París. 1680.

[9] *Idem. Ibid.*,

[10] LE MONNIER, P. C. Obra citada.

[11] *Osiris*, 7, 556, 1939.

[12] LE MONNIER, P. C. Obra citada.

PINGRE, A. G. «Annales Célestes du dix-septième Siècle» (*ed.* BIGOURDAN, G.). Gauthier-Villars, París. 1901.

«Mémoires de l'Académie Royale des Sciences (1666–1699)», Vols. VI y VII. París. 1729, etc.

El Centro Zoológico de Nápoles

REINHARD DOHRN

Para muchos biólogos del mundo entero, la *Stazione Zoologica di Napoli* bien merece una larga peregrinación. Allí encuentran un laboratorio de primerísimo orden, bien equipado y espléndidamente situado, con toda la abundante fauna y flora de la Bahía de Nápoles a su disposición. Aún más: en una Europa física y mentalmente desgarrada por dos grandes guerras, la *Stazione* es un oasis internacional donde los biólogos de múltiples países pueden encontrarse y disertar libremente sobre los temas de interés común.

La atmósfera internacional del Centro Zoológico de Nápoles, que es probablemente lo que primero impresiona al visitante, no es de creación reciente. Cuando Anton Dohrn realizó su anhelo de fundar un laboratorio junto al mar, se hallaba inspirado por dos ideas principales: su laboratorio sería un lugar donde los hombres de ciencia concentrarían toda su atención en el trabajo de investigación desinteresada, sin preocuparse de la enseñanza ni de ningún otro quehacer ajeno a su obra y teniendo a su disposición todos los elementos materiales necesarios para realizar su tarea; éste sería, por otra parte, un derecho natural reconocido a todos los científicos del mundo.

El padre de Anton Dohrn era hombre de múltiples actividades, a las que pudo dedicarse gracias a la prosperidad de su negocio de remolacha en el norte de Alemania. Su hogar en Stettin mostraba la variedad de sus aficiones, con su biblioteca que contenía sus propias traducciones de obras del teatro español y una compilación de canciones populares escocesas, y con su colección de escarabajos justamente renombrada entre los entomólogos de su tiempo. La afición del joven Anton a la historia natural, alimentada en su propio hogar, se convirtió con el tiempo en una pasión absorbente por la zoología, caso frecuente en la vida de muchos biólogos famosos. Como les ocurrió a otros muchos hombres de su tiempo, los trabajos de Darwin exaltaron la imaginación de Anton Dohrn. Si hubiera sido un hombre corriente, se habría establecido en cualquier universidad alemana para estudiar allí la evolución del grupo animal que hubiese querido elegir. Él deseaba trabajar con organismos marinos y, siguiendo la tradición, hubiera podido coleccionar material recogido en sus expediciones, para estudiarlo luego tranquilamente en su laboratorio. Pero Dohrn era un hombre de ideas nuevas que deseaba trabajar con organismos marinos vivos, y por ello comprendió la necesidad de un laboratorio situado junto al mar.

No hallando nada que le satisficiera en Alemania, fué, atraído por la fama de Darwin y Huxley, a buscar consejo en Inglaterra, adonde marchó con cartas de recomendación de su padre para algunos de sus colegas entomólogos. A través de tales relaciones, un hombre de negocios de Glasgow, David Robertson, aficionado a la biología, le ofreció hospitalidad en su pequeño laboratorio junto al Clyde. El estímulo que significaron sus trabajos en aquel lugar y la simpatía alentadora de hombres tales como Huxley, Balfour y Ray Lankester, le reafirmaron en su propósito de fundar un laboratorio biológico marino, cada vez más necesario. Más tarde encontró el mismo interés y deseo de ayudarle en otros países europeos, una vez que se hubo establecido en un lugar adecuado de la costa de la bahía de Nápoles.

Anton Dohrn empleó toda su fortuna personal en la aventura; pero esto no fué suficiente, por lo que construyó un acuario público cuyas ganancias diarias contribuyeron a engrosar los fondos del laboratorio. De mayor significación fué el establecimiento de las «mesas de trabajo», por las cuales, diversos países e instituciones obtenían el derecho de enviar a trabajar a sus científicos a la *Stazione Zoologica* de Nápoles mediante el pago de una renta anual. Este recurso produjo un doble beneficio: quedaron así asegurados el desembolso de capital y los gastos de mantenimiento del laboratorio, y se reafirmó también su carácter internacional, puesto que todos los países que aportaban su ayuda financiera estaban interesados, naturalmente, en la prosperidad de la institución. He aquí, pues, el cuadro que ofrecía la *Stazione Zoologica* de Nápoles al comenzar el siglo XX: era un centro fundado por un alemán, situado en territorio italiano y apoyado financieramente por la Gran Bretaña, Bélgica, Alemania, Italia, Rusia, Austria, Hungría, Norteamérica, Suiza y otros países.

El laboratorio comenzó a funcionar en un

edificio rectangular de dos pisos. En el piso bajo estaba el acuario y el depósito de conservación, donde se recibían a diario los animales y plantas requeridos por los investigadores. Arriba estaba la biblioteca y las mesas de investigación individual, situadas en un gran laboratorio. Allí trabajaron muchos de los más famosos biólogos del día, y el *cuerpo* de conocimientos biológicos resultó muy enriquecido por sus trabajos. Se han hecho en Nápoles muchos descubrimientos notables, entre los que mencionaremos las enzimas respiratorias de Warburg, la demostración de las neurofibrillas por Apathy, y la progresiva elucidación — que aún continúa — de la fecundación y embriología del erizo de mar, en la que vienen trabajando varias generaciones de investigadores. En relación con este último tema, debemos señalar que la *Stazione Zoologica* se encuentra en la afortunada situación de poder suministrar durante la mayor parte del año erizos de mar adultos. Otra aportación importante del centro de Nápoles a la ciencia biológica, durante las dos últimas décadas del siglo XIX, reside en el campo de la técnica microscópica. En aquellos años, en que Paul Mayer formaba parte del personal del laboratorio, centenares de zoólogos aprovecharon la experiencia y el ingenio de aquel maestro de la técnica y salieron de Nápoles perfectamente aptos para el manejo del microscopio y del micrótomo.

La *Stazione Zoologica* no era un centro de trabajo reservado solamente para los biólogos ya establecidos: muchos estudiantes recién graduados tuvieron la satisfacción de hacer en Nápoles su primera contribución al conocimiento científico, estimulados por el apoyo de los maestros, por la gran abundancia de material de investigación y también, en parte, por la gran belleza de la bahía. Para muchos jóvenes estudiantes del norte de Europa, la primera visita al sur de Italia debe de haber sido una revelación. En un clima donde el mero acto de vivir parece exigir tan poco esfuerzo puede consagrarse una mayor actividad al avance de la ciencia.

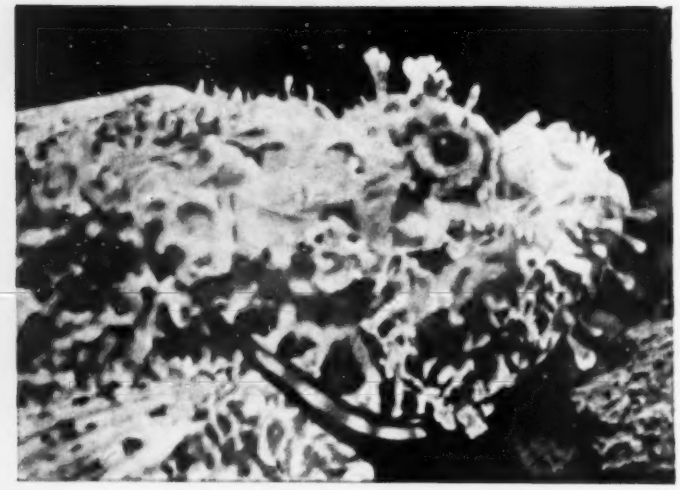
La fama de la *Stazione Zoologica* se difundió rápidamente, y el edificio fué ampliado dos veces (en 1886 y en 1904) para acomodar al creciente número de biólogos que deseaban hacer uso de sus facilidades. Estas ampliaciones añadieron un cierto número de salas de investigación individual, grandes laboratorios fisiológicos y químicos, y departamentos para otros fines especializados. El viejo laboratorio principal se convirtió en la sala de periódicos y revistas de la creciente biblioteca. El nuevo edificio incorporó una terraza orientada hacia el este, donde se sirve ahora el almuerzo en tiempo de verano. En la primera construcción de la *Stazione Zoologica*, se extendía una playa directamente desde sus paredes hasta el mar. En 1878, se construyó un embarcadero paralelamente a la orilla, así como una amplia carretera sobre la playa, transformándose los alrededores inmediatos de la *Stazione Zoologica* en un hermoso parque. Desde la terraza-comedor se contempla ahora un paisaje de palmeras, árboles floridos y arbustos.

Cuando Anton Dohrn planeó el laboratorio, un biólogo necesitaba muy pocos aparatos para llevar a cabo sus investigaciones. Cada habitación tenía un pequeño acuario, con agua circulante de mar, una mesa y un vertedero. Estas cosas, unidas a un microscopio, unos pocos productos químicos y algunas vasijas de cristal, llenaban la mayor parte de las necesidades del investigador. El gran orgullo de la *Stazione Zoologica* consistía en su capacidad para suministrar en todas las épocas del año una amplia serie de organismos marinos vivos, pescados a diario por pescadores locales especialmente entrenados y contratados para esa labor. El dialecto napolitano es rico y flexible y creó rápidamente palabras adecuadas para designar, en lenguaje poco científico, los seres más raros y desconocidos. Muchos pescadores napolitanos se hicieron sumamente hábiles en su trabajo.

El tiempo no ha permanecido quieto en la *Stazione Zoologica*. Los biólogos modernos son mucho más exigentes en sus necesidades que sus precursores; pero el laboratorio ha sabido adaptarse muy bien a la marcha del progreso. Los especialistas llegados allí de todo el mundo hicieron sugestiones que se han llevado a la práctica en la medida en que la han consentido los recursos financieros. En los últimos años, el progreso de las técnicas bioquímicas y biofísicas en biología ha requerido la instalación de salas de temperatura y humedad constantes, y la compra de muchos aparatos especiales para medidas delicadas y precisas de varias clases. Las ramas de la biofísica y la bioquímica se han beneficiado grandemente con el uso del método comparativo por el que un experimentador se plantea el mismo problema respecto a un cierto número de organismos de diferentes clases. La *Stazione Zoologica* ha marchado a la vanguardia en este género de investigaciones: podemos citar, como ejemplos, el estudio de las propiedades de diversos pigmentos respiratorios y el de la naturaleza del tejido eléctrico de *Torpedo* en relación con la química del músculo y el nervio. También ha ayudado mucho al avance de la bioquímica y la biofísica el

1

2



3

FIGURA 1 – Galathea strigosa, *la langosta agazapada.*

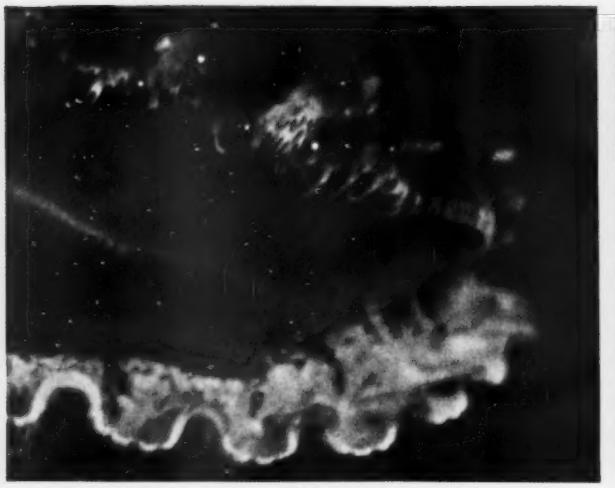
FIGURA 2 – *Un* octopus macropus, *paseando entre las rocas.*

FIGURA 3 – Scorpaena scropha, *la percha de roca o pez-escorpión.*

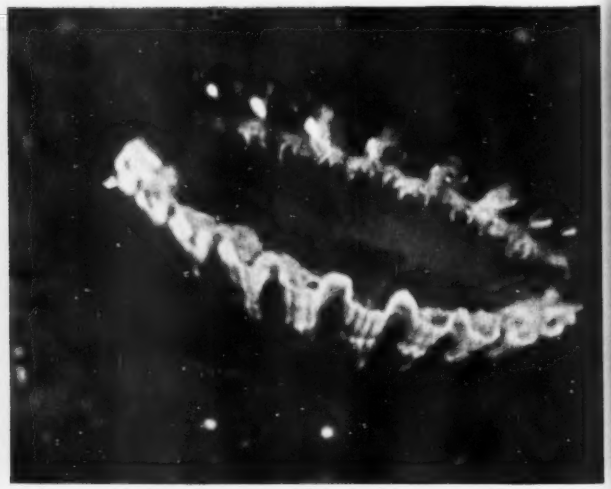
FIGURA 4 – Pecten jacobaeus, *el perche. Fotografía en primer plano del borde del manto, donde pueden verse los ojos como puntos blancos.*

FIGURA 5 – Pecten jacobaeus: *vista general.*

De algunas fotografías típicas tomadas



4



5

6

7

FIGURA 6 – Pagurus arrosor: *paguro. La concha gasterópoda donde vive el animal está cubierta casi enteramente por dos marsopas.*

FIGURA 7 – Loligo vulgaris: *calamar; nadando hacia adelante.*

FIGURA 8 – Sepia officinalis, *jibias, copulando. El macho está a la derecha, y muestra el intenso dibujo de cebra, característico del cortejo y la copulación.*

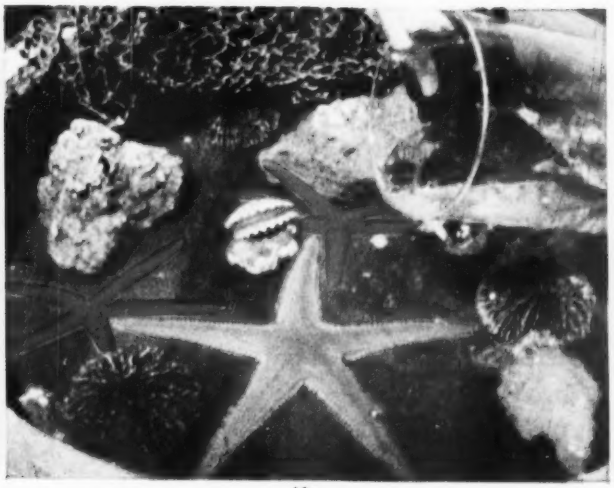
FIGURA 9 – Beroë forskåli. *Se advierten en él las bandas de aletas para nadar.*

FIGURA 10 – *Varias* echinodermas: *estrellas de mar y erizos de mar.*

en el Centro Zoológico de Nápoles.

8

9



10

descubrimiento de organismos especialmente adecuados para experimentos particulares: citaremos, por ejemplo, el uso de los axones gigantes de los calamares para estudiar el modo de propagación del impulso nervioso. Es en cierta manera incongruente que, siendo los organismos marinos por lo general más adecuados para ciertas investigaciones fundamentales que los animales corrientes de laboratorio, tales como las ranas y conejos, la mayoría de los laboratorios biológicos bien equipados se hallen situados tierra adentro.

FIGURA 11 – *La* Stazione Zoologica, *Nápoles.*

La tarea de mantener en funcionamiento la *Stazione Zoologica* a través de dos guerras mundiales no ha sido nada fácil. Una organización internacional puede parecer muy fuerte en tiempo de paz y derrumbarse de repente ante el peligro de guerra. Durante la primera guerra mundial y al término de ella hubo un grave riesgo de que la *Stazione Zoologica* perdiese su estatuto internacional; pero, afortunadamente para el mundo de la ciencia, prevaleció el espíritu original que dió vida a esta institución, y el laboratorio sobrevivió como centro de amistad entre las naciones. Durante la segunda guerra mundial, la *Stazione Zoologica* escapó milagrosamente a la destrucción, aunque cayeron muchas bombas en el parque circundante. Quedó en pie, sin embargo, y aún persiste, el problema de un adecuado apoyo internacional. Desde 1939 a 1943 sólo se recibieron fondos de Italia y de Alemania. Desde 1944, las aportaciones de otros países han ido aumentando paulatinamente. Es gran lástima que la *Stazione Zoologica* no posea bienes fundacionales que la permitan superar las dificultades financieras en caso de guerra. La devaluación de postguerra de la mayoría de las monedas europeas no ha sido plenamente compensada por la subida proporcional de las rentas de las «mesas de trabajo»; de modo que, en el presupuesto anual total de 35 000 libras, el Gobierno italiano ha tenido que hacer frente a un defícit del 50%.

Los años de la postguerra han presenciado un continuo aumento en el número de científicos extranjeros que han acudido a trabajar a la *Stazione Zoologica*, y durante 1952 pasaron por allí no menos de 132 investigadores, incluyendo 23 ingleses. El período más activo de la *Stazione* se da entre la primavera y el comienzo del verano, cuando la temperatura es ideal para el trabajo y la mayoría de los animales marinos alcanzan la madurez sexual. En ese tiempo, la resistencia del personal permanente, cuyo número no ha aumentado en relación con el de los temporeros, queda sometida a una dura prueba, al tener que hacer frente a todos los requerimientos y problemas diarios. Estos problemas no son sólo científicos: muchos investigadores que llegan allí por primera vez no saben hablar italiano y, sin embargo, necesitan hacer conocer sus necesidades a los asistentes del laboratorio napolitano que, afortunadamente, tienen considerables facultades intuitivas. Para servir adecuadamente en la *Stazione Zoologica* hay que ser un lingüista y un agente de turismo, además de un científico, pues el personal permanente tiene que aconsejar e informar a cada visitante sobre la mejor manera de disfrutar de su estancia en Nápoles.

«*Luntan' a Napule nun se pò sta*» significa en dialecto napolitano que, una vez que se ha visitado Nápoles, no se puede vivir lejos. Los científicos visitantes confirman la verdad de esa vieja canción popular, pues vuelven a la *Stazione Zoologica* año tras año. Los jóvenes visitantes de la *Stazione* no se muestran menos entusiasmados que los antiguos; de ellos y de su influencia depende que este centro no pierda su carácter internacional, que es la más bella de sus tradiciones.

La dureza de los sólidos

D. TABOR

Durante mucho tiempo la dureza de los sólidos se ha considerado como una propiedad un tanto nebulosa — por no decir misteriosa — hasta que ciertas investigaciones recientes han probado que la resistencia a la penetración de un metal se halla directamente relacionada con sus propiedades plásticas. La extensión de este principio sirve para dar base satisfactoria a la escala de Mohs para la dureza al rayado de los minerales.

I. DUREZA A LA PENETRACION DE LOS METALES

En general, la dureza de un sólido se expresa en términos de su resistencia a la deformación local. El método más corriente en los trabajos metalúrgicos consiste en ejercer una elevada presión sobre la superficie mediante una herramienta de penetración. Podemos avanzar más y calcular la presión media existente entre el punzón y el sólido durante la formación de la huella; el resultado así obtenido proporciona una medida cuantitativa de la dureza del sólido. Al menos para los metales, los ensayos de dureza por impresión son fundamentalmente una medida de las propiedades plásticas del metal. Consideremos el comportamiento de un cilindro de metal sujeto a una tracción uniforme a lo largo de su eje. Si trazamos la gráfica de los esfuerzos aplicados y las deformaciones, obtendremos una línea recta, la inclinación de la cual es el módulo de Young del metal (Fig. 1, porción OA). Para estos valores la deformación es reversible, y al suprimir la fuerza aplicada no se observa deformación residual alguna. Sin embargo, si el cilindro se alarga más allá de cierto límite, la gráfica anterior se desvía de la línea elástica y al suprimir la fuerza aplicada permanece una cierta deformación residual, y se dice que ha tenido lugar una deformación plástica. El esfuerzo Y que produce tal deformación plástica crece al aumentar la deformación ε. Esto forma parte de la observación general de que la dureza y resistencia de los metales aumentan cuando son trabajados o deformados. Para una limitada porción de la curva el aumento de Y relativo a ε puede darse aproximadamente por una relación del tipo: $Y = b\varepsilon^x$, y una expresión similar es válida si el metal es comprimido plásticamente entre yunques sin fricción. El índice x se denomina a veces índice de endurecimiento por el trabajo; tiene valores desde 0 para metales que no se endurecen hasta 0,6 para metales completamente recocidos capaces de demostrar un pronunciado endurecimiento por el trabajo.

Si el cilindro de tracción se deforma hasta D y se suprime la carga aplicada, el cilindro se encoje elásticamente hasta el punto O′, en donde OO′ es la deformación permanente o plástica. Si sometemos este cilindro, endurecido por el trabajo impuesto, a un nuevo ensayo de tracción con el punto O′ como nuevo origen, la curva de cargas aplicadas *v.* deformaciones sigue la linea O′DE, o sea que el esfuerzo de deformación plástica Y permanece casi constante. Esto quiere decir que si producimos una huella en un material en tal condición, cualquier endurecimiento producido por el proceso de penetración mismo tendrá un efecto despreciable sobre Y. Podemos pues esperar una relación entre Y y la dureza a la penetración.

PENETRACION DE LOS MATERIALES PLASTICOS IDEALES

Una substancia en la cual Y sea constante se llama substancia plástica ideal. El primer estudio teórico sobre la penetración de tal material fué

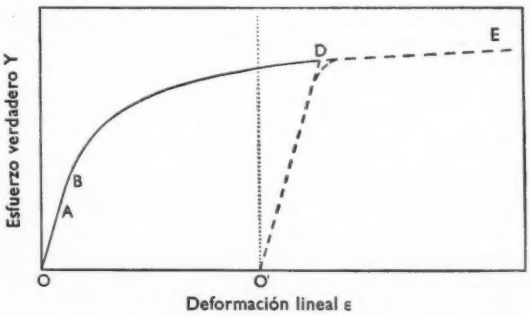


FIGURA 1 – *Curva de esfuerzos aplicados* v. *deformaciones para un metal sometido a la tracción. OA representa la deformación elástica inicial. En el punto B empieza la deformación plástica. A medida que la deformación prosigue aumentan asimismo los esfuerzos de deformación. En D, si se suprime el esfuerzo aplicado, la curva sigue la trayectoria reversible DO′ siendo OO′ la deformación plastica residual. Si sometemos ahora la muestra a una nueva extensión, de manera que O′ sea el nuevo origen, la curva sigue la trayectoria O′DE.*

llevado a cabo hace 30 años por Prandtl [2], e independientemente por Hencky [3] unos años más tarde. Sus análisis partieron de la observación general de que la presión hidrostática misma no representa papel alguno en la producción del corrimiento plástico de los metales. Una probeta cilíndrica que se deformara plásticamente bajo un esfuerzo de tracción o compresión axial Y no se deformaría plásticamente al ser sometida a una presión hidrostática, incluso si fuese considerablemente mayor que Y; para que tal deformación plástica ocurra debemos aplicar siempre un esfuerzo axial de valor Y [4]. Esto ha conducido a creer que el corrimiento plástico está fundamentalmente determinado según un criterio de esfuerzos de cizallamiento o según un criterio basado en la máxima energía de deformación por cizallamiento. Prandtl y Hencky demostraron que cuando tales criterios se aplican al problema de una herramienta de penetración que produce una huella plástica local, cerca de las dos terceras partes de la presión media de contacto obra en forma de presión hidrostática y sólo una tercera parte es efectiva para producir el corrimiento plástico. Si P es la presión media entre el punzón y el metal y Y es el esfuerzo de deformación plástica,

$$P \approx 3Y.$$

DUREZA «VICKERS» DE LOS MATERIALES PLASTICOS IDEALES

El tipo más corriente de herramienta de penetración empleada en los ensayos metalúrgicos de dureza — el punzón «Vickers» — es un diamante piramidal de base cuadrada en el cual el ángulo entre caras opuestas es de 136° (Fig. 2*a*). La teoría de la plasticidad propone que la presión media de deformación permanente depende del ángulo del punzón pero será siempre $P \approx 3Y$ aproximadamente. Esta conclusión puede examinarse endureciendo un metal por trabajo hasta que Y sea prácticamente constante. Pueden entonces hacerse las huellas «Vickers» y calcular la presión media P sobre las huellas, dada por la relación

$$P = \frac{\text{Carga}}{\text{Proyección del área de la huella}}.$$

En la tabla 1 [5] damos algunos resultados característicos; puede observarse que para una amplia gama de materiales se tiene $P = 3{,}2Y$. Puesto que el número de dureza «Vickers» H_v se define como la relación entre la carga y el área de la huella piramidal, H_v debe ser menor que P según un factor numérico que es el coseno del ángulo entre la superficie piramidal y la base de la pirámide. Para el punzón «Vickers» normal este factor es cos 22° = 0,9272. Por lo tanto

$$H_v = 0{,}9272 \times 3{,}2Y \approx 3Y.$$

De aquí que el número de dureza «Vickers» para un material plástico ideal sea aproximadamente tres veces el valor del esfuerzo de deformación permanente. Esta notable y simple relación, derivada directamente de los trabajos de Prandtl y Hencky, no parece haber sido tenida en cuenta en los trabajos sobre dureza durante 30 años. Aunque también intervienen otros tantos factores, permanece siendo la relación fundamental entre la dureza a la penetración y las principales propiedades de un metal. Además, como un material plástico ideal sometido a la tracción alcanza su esfuerzo de tracción nominal máximo T_u tan pronto como empieza la deformación plástica, Y será esencialmente igual a T_u. Por lo tanto el valor de la dureza proporciona una medida directa de la resistencia a la rotura por tracción; así, muy aproximadamente, $T_u = 0{,}33H_v$.

TABLA I

Relación entre el esfuerzo de deformación permanente Y *y la presión aplicada* P. (*Punzón «Vickers»*)

Metal	Y(*kg/mm²*)	P (*kg/mm²*)	P/Y
Telurio-plomo	2,1	6,7	3,2
Aluminio ..	12,3	39,5	3,2
Cobre ..	27	88	3,3
Acero dulce ..	70	227	3,2

PRINCIPIO DE LA SEMEJANZA GEOMETRICA

Antes de considerar la dureza de los metales que

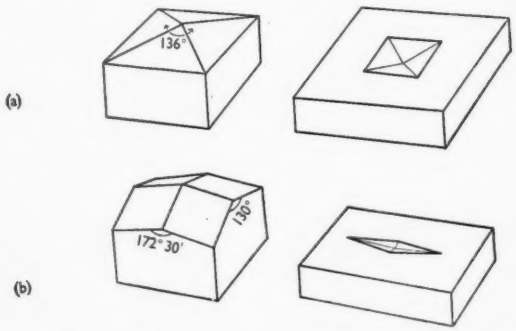
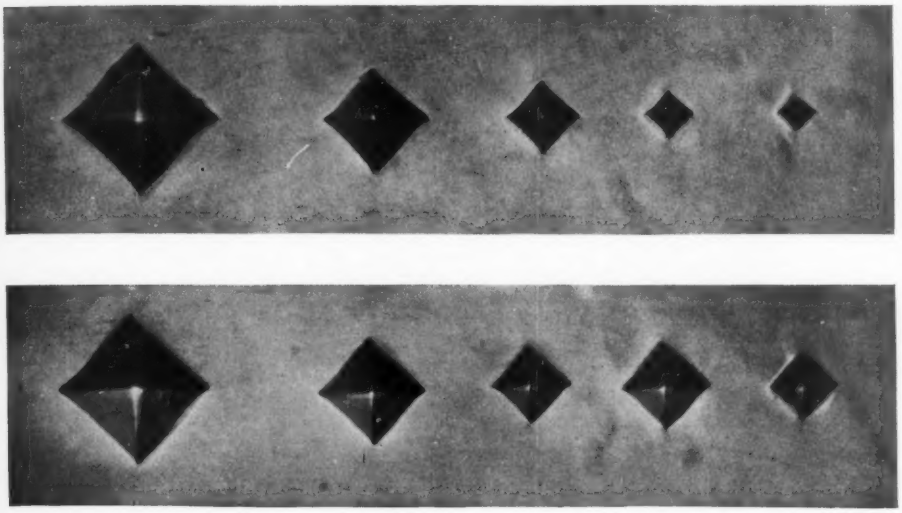


FIGURA 2 – (a) *Diamante piramidal de la herramienta de penetración Vickers* standard *y la huella de forma cuadrada producida por la misma.* (b) *Diamante de la herramienta de penetración Knoop* standard *y huella alargada formada por la misma. Esta herramienta parece ser más indicada para los materiales quebradizos.*



Sin iluminación durante la aplicación de la carga

Iluminación del microscopio sostenida durante la aplicación de la carga

Carga (g) 20 10 5 2 1

FIGURA 3 – *Huellas producidas por la herramienta de penetración Vickers sobre una superficie de aluminio recocido pulimentada electrolíticamente. Si se eliminan todas las vibraciones exteriores y se apaga la fuente luminosa durante el ensayo, las huellas decrecen regularmente de tamaño al reducirse la carga. La dureza es esencialmente constante. Si la iluminación se mantiene durante el ensayo, la vibración producida por la fuente luminosa es causa de que las huellas (para cargas menores que 10 g) sean mayores de lo que deberían ser; la dureza parece disminuir para cargas pequeñas* [6].

se endurecen por el trabajo, es conveniente estudiar el principio de la semejanza geométrica. Si hacemos dos huellas de igual forma geométrica, entonces, independientemente de su tamaño, la distribución de las cargas y de las deformaciones alrededor de las huellas serán geométricamente semejantes. Esto nace de consideraciones físicas fundamentales y es aplicable tanto si el material experimenta un endurecimiento por el trabajo como si no. En su forma más simple implica que una huella grande es en esencia la imagen aumentada de una huella pequeña. Por lo tanto, la presión de deformación límite, que es la presión media ejercida sobre el punzón, será la misma cualquiera que sea el tamaño de la huella. De aquí se deduce que para un punzón piramidal (o cónico) la dureza es independiente del tamaño de la huella y por lo tanto de la carga. Esto queda comprobado en las mediciones de dureza «Vickers».

Este principio tiene directa aplicación en las mediciones de microdureza en las que se emplea el punzón piramidal. Con frecuencia se observa que la dureza es mayor para cargas pequeñas. Esto no es debido a ninguna irregularidad de la ley anterior, sino a que las capas exteriores de la muestra son más duras que el substrato ya que para presiones suficientemente pequeñas los valores de la dureza se acercan a los de la verdadera dureza de la capa superficial, mientras que para mayores presiones y huellas más profundas la dureza se acerca a la dureza general del substrato.

Asimismo, para cargas muy reducidas se observa a veces que la dureza parece decrecer. Ciertos experimentos recientes de Wilson [6] con el aparato de microdureza del tipo de báscula ha demostrado que esto se debe a la vibración que, para cargas muy pequeñas, produce una huella mayor de la que se obtendría si la carga fuera perfectamente estática. Con el aparato empleado por Wilson, en el cual el mecanismo de carga está soportado en la platina de un microscopio óptico *standard* se observa que, incluso si se eliminan todas las vibraciones exteriores, pueden originarse graves errores debidos a las vibraciones producidas por la fuente luminosa empleada para iluminar la muestra. Si se mantiene la luz mientras se hace el ensayo, las huellas obtenidas con fuerzas menores de 10 g son de tamaño mayor de lo que deberían ser; suprimiendo la luz durante el ensayo, se consiguen resultados uniformes (Fig. 3). Estos trabajos y otras investigaciones parecidas muestran que la variación de la dureza según la carga para punzones piramidales se debe a una variación real de la dureza según la profundidad o a alguna característica instrumental.

DUREZA «VICKERS» Y DUREZA «BRINELL»

Al presionar un punzón piramidal contra un metal éste se deforma plásticamente y se endurece debido al trabajo, esto es: el valor de Y aumenta. Las deformaciones plásticas son diferentes de un punto a otro y de aquí que también sea diferente el esfuerzo de deformación permanente Y de un punto a otro. Sin embargo, podemos suponer que existe un valor representativo del esfuerzo de deformación permanente Y_r, el cual está relacionado con el número de dureza «Vickers» según la relación $H_v = cY_r$ en donde c tiene también el valor de 3 aproximadamente. Según un método empírico se ha hallado que la huella produce una deformación media o representativa ε_r (correspondiente a Y_r) equivalente a un 8% de la deformación a la tracción. De aquí que si en la curva de esfuerzos aplicados *v.* deformaciones del metal, se determina el esfuerzo de deformación permanente para una deformación adicional del 8%, el valor de la dureza «Vickers» será tres veces aquel valor. Según el principio de la semejanza geométrica este esfuerzo adicional será el mismo cualquiera que sea el tamaño de la huella. Igualmente se observa que el esfuerzo adicional es aproximadamente constante cualquiera que sea el estado inicial de endurecimiento por el trabajo de la muestra. Esto queda indicado en la Tabla II para muestras de acero dulce y de cobre recocido que habían sido endurecidas por varias deformaciones ε_0 y de las que se determinó su número de dureza «Vickers». El esfuerzo de deformación permanente para una deformación de $(\varepsilon_0 + 8)\%$ se determinó partiendo de la curva de esfuerzos aplicados *v.* deformaciones y fué comparado con los valores de la dureza «Vickers» observados. La concordancia entre los valores de las dos últimas columnas es bastante aceptable y prueba que las hipótesis fundamentales son razonablemente válidas.

Es evidente que la dureza a la penetración sirve de medida para el esfuerzo de deformación permanente incrementado a causa del mismo proceso de penetración.

Un método más antiguo para la medición de la dureza debido a Brinell, requiere el empleo de una punta esférica. También aquí la presión es aproximadamente igual a tres veces el valor del esfuerzo de deformación permanente del metal, de forma que los números de dureza «Brinell» y «Vickers» son muy parecidos. Una diferencia fundamental nace, sin embargo, del hecho de que las huellas de diferentes dimensiones obtenidas con una punta esférica dada no son geométricamente semejantes. Una huella grande produce mayores deformaciones plásticas que una huella pequeña, un aumento mayor en el esfuerzo de deformación permanente efectivo y por ende un incremento apreciable en la dureza observada. Un examen detallado [5] indica que, si d es el diámetro del casquete de la huella y D el diámetro de la bola, la presión de la huella P puede expresarse aproximadamente por la relación $P = P_0(d/D)^x$, donde x es el índice de endurecimiento por el trabajo.

TABLA II

Relación entre el esfuerzo de deformación permanente Y *y el número de dureza «Vickers», para metales que se endurecen durante el ensayo*

Metal	*Deformación inicial* ε_0%	$(\varepsilon_0 + 8)$ %	Y(*kg/mm²*) *para una deformación* $(\varepsilon_0 + 8)$%	*c*Y	*Número de dureza «Vickers» observado*
				$c = 2{,}9$	
Acero dulce	0	8	55	159	156
	6	14	62	176	177
	10	18	66	190	187
	13	21	67	194	193
	25	33	73	211	209
				$c = 3{,}0$	
Cobre recocido	0	8	15	45	39
	6	14	20	60	58
	12,5	20,5	23,3	70	69
	17,5	25,5	25	75	76
	25	33	26,6	80	81

II. ENSAYOS DE RAYADO DE MINERALES. ESCALA DE DUREZA DE MOHS

Otro método para la determinación de la dureza que ha quedado bien establecido por más de un siglo, es el debido a Mohs [7], quien propuso adoptar diez minerales según un orden creciente de dureza contra el rayado como unidades para su escala de dureza. Cada mineral puede rayar a su inmediato inferior pero no a su inmediato superior en la escala. A primera vista puede parecer que tal escala es tan arbitraria que no puede tener ningún significado físico fundamental. El mismo Mohs reconoció tal dificultad, y al seleccionar sus minerales-norma para fijar su escala hace subrayar que «los intervalos entre dos miembros de la escala no sean tan desproporcionado que haga su empleo más difícil o que lo impida completamente». Teniendo

en cuenta esas precauciones Mohs propuso finalmente los diez minerales fundamentales siguientes: 1 talco, 2 yeso, 3 calcita, 4 fluorita, 5 apatito, 6 ortoclasa, 7 cuarzo, 8 topacio, 9 corindón, 10 diamante. Mohs no aclara su criterio respecto a la perfecta igualdad de los intervalos, pero hace notar que el correspondiente entre el corindón y el diamante es mayor de lo debido.

DUREZA A LA PENETRACION DE LOS MINERALES

Al estudiar la dureza al rayado de los minerales puede parecer que nos refiramos especialmente al comportamiento y propiedades físicas de materiales relativamente frágiles. Sin embargo, esto no es así. Los trabajos de Bridgman [8] y otros han demostrado que bajo presiones hidrostáticas suficientemente elevadas puede evitarse la fractura de materiales quebradizos, de forma que cualquier deformación que experimenten bajo tales condiciones es esencialmente plástica. Como hemos visto anteriormente, los esfuerzos alrededor del punzón son equivalentes a presiones hidrostáticas a las cuales se sobrepone un esfuerzo de cizallamiento. Con muchos materiales estas presiones hidrostáticas son suficientes para impedir las fracturas y pueden obtenerse huellas plásticas muy satisfactorias, aunque también puedan ocurrir algunas rajaduras [9]. Además en el mismo proceso del rayado las condiciones en la región de contacto son similares a las de los alrededores de un punzón estático. De nuevo aquí un estudio detallado muestra que, aunque puede tener lugar alguna fragmentación, la deformación está dominada por el corrimiento plástico del material [9]. Como tanto el proceso de rayado como el de impresión de la huella están principalmente determinados por las propiedades plásticas del material, cabe esperar una cierta correlación entre la escala de dureza de Mohs y la dureza a la penetración. Esto es realmente así, tal como indica la Fig. 4, cuyos datos han sido obtenidos por mediciones de dureza a la penetración con el aparato Vickers *standard* [10, 11], así como con la herramienta de penetración tipo Knoop [12, 13] que parece dar menos rajaduras con los minerales quebradizos (Fig. 2*b*). Queda pues clara la tendencia general. La dureza a la penetración crece monotónicamente según incrementos crecientes con cada incremento de la escala de Mohs.

LA DUREZA AL RAYADO DE LOS METALES

Puesto que la dureza al rayado implica, principalmente, las propiedades plásticas de los minerales, su investigación queda muy simplificada empleando metales en vez de minerales. Un simple experimento según las líneas siguientes revela inmediatamente las características fundamentales de una escala de dureza al rayado [14]. Se prepara una tira de metal, mediante un tratamiento térmico apropiado, de manera que sea blanda en un extremo y dura en el otro, según un aumento bastante uniforme de su dureza a la penetración a lo largo de su longitud. Se prepara también otra muestra de metal de una dureza intermedia uniforme con una punta afilada en un extremo, la cual se hace correr sobre la primera tira desde el extremo blando al extremo duro. Se observa que sobre la parte blanda de la tira la fricción es elevada, el movimiento es intermitente produciéndose una pequeña viruta. Su comportamiento permanece igual a medida que se acerca al extremo duro, hasta que para una dureza crítica de la superficie la fricción decrece súbitamente a un valor muy bajo y la impresión superficial pasa a ser despreciable, y el rayado cesa. Aplicando este procedimiento experimental como criterio general para el rayado, se halla que una punta de una dureza a la penetración H_p rayará una superficie de una dureza de penetración H_s solamente si $H_p \geqslant 1{,}2\ H_s$. No se conoce todavía la razón para esto, ya que no parece depender de manera crítica de la forma de la punta. Suponiendo, sin embargo, que el rayado empiece cuando $H_p = 1{,}2\ H_s$, podemos establecer una escala de dureza en la cual cada unidad sea 1,2 veces más dura que la precedente. El número de dureza al rayado M puede entonces relacionarse a la dureza a la penetración H mediante una relación de la forma $H = k(1{,}2)^M$, o bien

$$\log H = M \log 1{,}2 + \log k.$$

Así la gráfica de log H relativa a M dará una línea recta de una inclinación log 1,2. En la práctica quizás deseemos evitar la posibilidad de que las unidades se sobrepongan, aumentando la relación hasta algo más de 1,2 pero la característica general continuará siendo una relación lineal entre log H y M.

Los resultados obtenidos por Winchell y Taylor, indicados en la Fig. 4, han sido dibujados de esta forma en la Fig. 5, y puede verse que, a excepción del diamante, la relación $\log H = nM$ queda bien establecida. El valor de n corresponde a una relación entre la dureza de cada unidad de Mohs de unos 1,6. Así la escala de dureza de Mohs proporciona valores de la dureza al rayado que corresponden a durezas a la penetración bastante

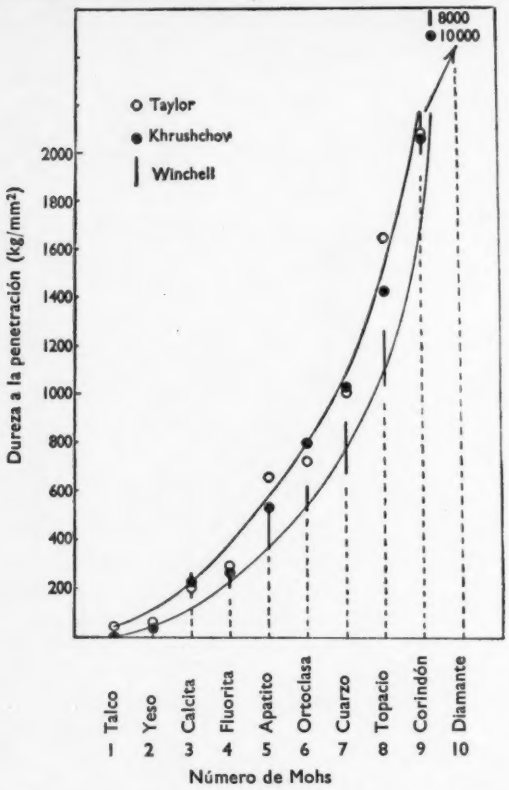


FIGURA 4 – *Relación entre los números de dureza de Mohs y los valores de la dureza a la penetración. Aparato Vickers:* ○, *resultados obtenidos por Taylor* (1949); ●, *resultados obtenidos por Khrushchov* (1949). *Aparato de Knoop:* |, *resultados obtenidos por Winchell* (1945) *y Knoop* et al. (1939).

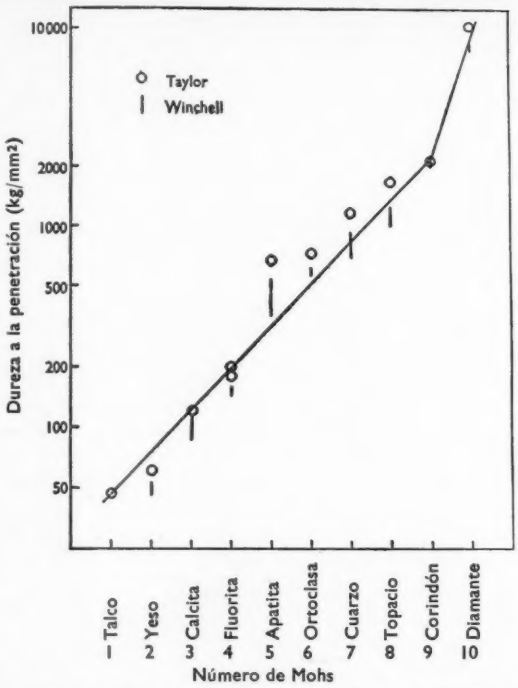


FIGURA 5 – *Curva de los números de dureza de Mohs M con relación a los H en escala logarítmica, según los datos de Taylor, Winchell, y Knoop* et al. *M es aproximadamente proporcional al log H. Cada intervalo de Mohs corresponde a un incremento de la dureza a la penetración multiplicada por un factor aproximadamente* 1,6.

bien definidas, con cada incremento de la escala de Mohs correspondiendo a un aumento del 60% de la dureza a la penetración. Esta simple relación no es de extrañar si se tiene en cuenta que la Fig. 4 es representativa de muchos procesos fisiológicos en los cuales la reacción es proporcional al logaritmo del estímulo. Aparentemente Mohs no escogió simplemente diez minerales comunes dispuestos en un orden de durezas crecientes; probablemente experimentó con un número mucho mayor hasta que creyó haber conseguido una «igualdad de intervalos». Su criterio estaba basado en el tacto, y en tales condiciones es aplicable la misma ley logarítmica.

BIBLIOGRAFIA

[1] O'Neill, H. «The Hardness of Metals and its Measurement». Chapman and Hall, Londres. 1934.

[2] Prandtl, L. *Nachr. Ges. Wiss. Göttingen*, 74, 1920.

[3] Hencky, H. *Z. angew. Math. Mech.*, **3**, 250, 1923.

[4] Hill, R. «The Mathematical Theory of Plasticity». Clarendon Press, Oxford. 1950.

[5] Tabor, D. «The Hardness of Metals». Clarendon Press, Oxford. 1951.

[6] Wilson, R. Tesis doctoral de Ph.D. Cambridge. 1952.

[7] Mohs, F. «Grundriss der Mineralogie» (1824). Cita de la traducción inglesa por W. Haidinger. «Treatise on Mineralogy». Constable, Edimburgo. 1825.

[8] Bridgman, P. W. «Studies in Large Plastic Flow and Fracture». McGraw-Hill, Londres. 1952.

[9] King, R. F. y Tabor, D. *Proc. Roy. Soc.* 1954. (En prensa.)

[10] Taylor, E. W. *Miner. Mag.*, **28**, 718, 1949.

[11] Khrushchov, M. M. *Zavod. Labor.*, **15**, 243, 1949.

[12] Winchell, H. *Amer. Min.*, **30**, 583, 1945.

[13] Knoop, F., Peters, C. G. y Emerson, W. B. *J. Res. nat. Bur. Stand.*, **23**, 39, 1939.

[14] Tabor, D. *Proc. phys. Soc. Lond.*, 1954. (En prensa.)

La herencia en el paramecio

G. H. BEALE

Uno de los problemas fundamentales que en la actualidad aborda la genética es la función del citoplasma en el mecanismo de la herencia. La naturaleza unicelular de *Paramecium* y su característico sistema de reproducción hacen de este organismo un objeto muy útil de estudio en relación con dicho problema. Los experimentos reseñados en este artículo parecen indicar la intervención de factores citoplásmicos — factor *kappa* — en la determinación genética de los distintos tipos de bacterias.

Geneticistas y biólogos aceptan hoy que los genes, determinantes de los caracteres hereditarios, están localizados en el núcleo de las células del animal o la planta y distribuídos línealmente a lo largo de los cromosomas. Es, sin embargo, un error suponer que los genes monopolizan el control de los procesos hereditarios y que no existen otros elementos constituyentes celulares poseedores de una importancia semejante. Desde los primeros días de la ciencia genética se han conocido casos de caracteres heredados citoplásmicamente, especialmente en las plantas, pero el número de tales ejemplos es pequeño en comparación del de los caracteres controlados por los genes.

Evidentemente hay todavía campo abierto para nuevas investigaciones, y muchos hombres de ciencia, aun negando que una célula pueda funcionar por largo tiempo sin un núcleo, afirman que las substancias del citoplasma son tan indispensables como los genes para el desarrollo satisfactorio de un organismo. Con todo, el papel del citoplasma en la herencia se ha considerado con indiferencia en los estudios de los temas favoritos de los geneticistas, la *Drosophila* por ejemplo. En consecuencia, en años recientes algunos geneticistas han vuelto su atención hacia otros organismos más apropiados para la investigación de este problema, y el primero entre todos es el protozoo ciliado *Paramecium aurelia*.

Los individuos de esta familia se multiplican por escisión binaria, según la cual las células hijas poseen constituyentes nucleares exactamente idénticos a los de sus progenitores. En gotas de agua cabe aislar fácilmente células derivadas de un mismo individuo, y someterlas a varios tratamientos de modo que lleguen a conseguirse cambios más o menos permanentes. Además, gracias al descubrimiento de Sonneborn [1], los aparejamientos pueden llevarse a cabo entre células cambiadas y aquellas mismas de que proceden. Este proceso es factible tan sólo en un organismo unicelular como el *Paramecium*, puesto que en organismos de tipo más complejo el proceso de fertilización supone células germinales especiales bien protegidas contra las variaciones del medio ambiente, las cuales sólo han podido modificarse gracias a métodos enérgicos como el tratamiento con rayos X, la yperita, etc.

El *Paramecium* posee además otra ventaja como objeto de investigación: los procesos sexuales entrañan el fenómeno peculiar de la conjugación durante la cual los individuos experimentan un cambio recíproco de núcleos haploides con muy poco o ningún intercambio de citoplasma, si bien excepcionalmente es posible el intercambio de mayores cantidades del mismo. En consecuencia, después de la conjugación, los dos individuos que intervinieron y todas las células derivadas de ellos por escisciparidad contienen núcleos idénticos, cuya mitad se deriva de un progenitor y la otra del otro; pero si los progenitores difieren citoplásmicamente, cabe esperar que la progenie de uno de los exconjugantes contendrá una clase de citoplasma y la progenie del segundo revelará el otro tipo de citoplasma. El organismo, pues, es eminentemente favorable para investigar la importancia relativa del núcleo y el citoplasma en la determinación de los rasgos hereditarios.

LAS RAZAS DESTRUCTORAS

En 1943 Sonneborn [2] descubrió que ciertas razas de *Paramecium*, las razas «destructoras», exudaban en el agua una substancia ponzoñosa que exterminaba los individuos de otras razas, las razas «sensitivas». El carácter de destructor era hereditario y venía determinado por una combinación de genes y citoplasma. Por tanto si un animal destructor de *stock* 51, variedad 4, se cruza con un animal sensitivo de *stock* 47, también de variedad 4, los exconjugantes que recibieron citoplasma de un progenitor destructor son destructores, y son sensitivos los que recibieron

citoplasma de progenitor sensitivo; pero donde quiera que hubo transferencia visible de citoplasma durante la conjugación, ambos exconjugantes dan lugar a descendencia destructora. Por esto Sonneborn supuso la existencia de un factor citoplásmico *kappa* como unidad hereditaria encargada del desarrollo del carácter destructor. Nuevos estudios han puesto en claro sin embargo, que también deben intervenir genes nucleares, puesto que si se aparejan animales destructores de *stock* 51 con sensitivos de *stock* 32, y los híbridos resultantes se someten al proceso de autogamia — autofecundación interna que se da en el *P. aurelia* — se demuestra que algunos animales, a pesar de haber recibido citoplasma de progenitor destructor son, sin embargo, sensitivos. Un simple análisis demuestra la necesidad de la presencia en el núcleo de un factor mendeliano dominante *K*, además del *kappa* en el citoplasma, para el desarrollo del carácter de destructor (Fig. 1). De no estar presente el gene *K*, desaparece del citoplasma el factor *kappa*; una vez desaparecido éste, ya no es posible que se forme de nuevo ni aun en presencia del *K*, a no ser que se introduzca por lo menos una unidad *kappa* procedente del citoplasma de otro ejemplar destructor. Se ve, pues, que el *kappa* posee un alto grado de autonomía. Además se ha comprobado la aparición de varios tipos diferentes de *kappa* y de mutación de uno a otro [3]. Estos y otros hechos hacen pensar que el *kappa* sea una unidad parecida al gene, situada, empero, en el citoplasma en lugar de estarlo en un cromosoma. Se le aplicó, por consiguiente, el término de *plasmagene*. Esto suscitó una controversia enconada, pues los partidarios de la genética clásica vieron un peligro para la posición del gene nuclear que, después de todo, puede que no sea la unidad indispensable y única de herencia; otros investigadores esperaban que por fin se hubiese comprobado que el citoplasma era tan importante como los genes.

Preer [4] en 1948 hizo posible la observación visual del factor *kappa*. Tintó los paramecios destructores según el método de Feulgen y encontró que cada célula contenía algunos centenares de partículas Feulgen-positivas fácilmente visibles al microscopio, mientras que los animales sensitivos carecían de partículas semejantes. Además Sonneborn [5] pudo, si bien con mucha dificultad, infectar los paramecios con factor *kappa* por medio de un puré hecho de ejemplares destructores molidos.

Resultaba así plausible la idea de que el factor *kappa* no era tanto un gene citoplásmico como un

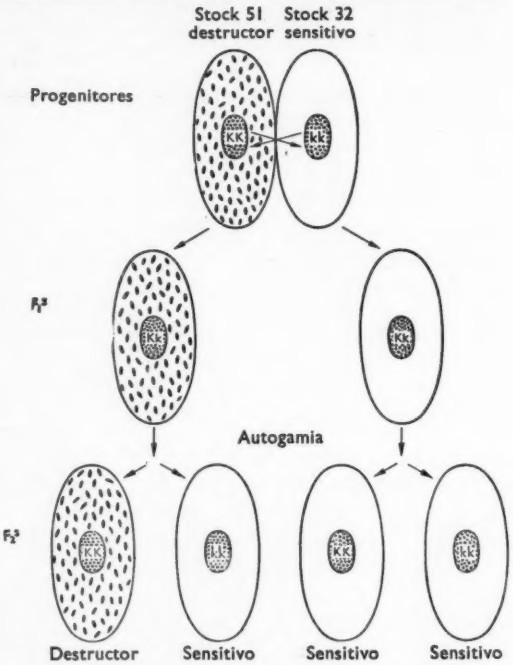


FIGURA 1 – *Herencia del carácter «destructor».*

organismo simbiótico y no era tampoco parte esencial del aparato hereditario del *Paramecium*. Quienes formularon esa opinión propendían a descartar la idea por completo, afirmando que *kappa* no era otra cosa sino un virus. La analogía con el virus (o bacteria), sin embargo, no puede considerarse perfecta, y probablemente es más seguro considerar el *kappa* como una partícula que posee peculiaridades propias y que no puede identificársela ni con los genes, ni con los virus. Los estudios recientes de Chao [6] han puesto claramente de manifiesto que la afinidad entre el *kappa* y el gene *K* es de una precisión extraordinaria, en que los paramecios de constitución genética *KK*, en igualdad de circunstancias, contienen doble número de partículas *kappa* que los paramecios de constitución *Kk*.

Podemos observar un paralelismo interesante entre las partículas *kappa* arriba descritas y, por ejemplo, las partículas provirus que se supone presentes en las bacterias lisógenas [7].

LOS ANTIGENOS

Desde hace mucho tiempo se sabe que inyectando paramecios en los conejos, éstos producen antibióticos de grande eficacia para inmovilizar y destruir paramecios de tipo idéntico a los inyectados. Igualmente se conoce que una muestra

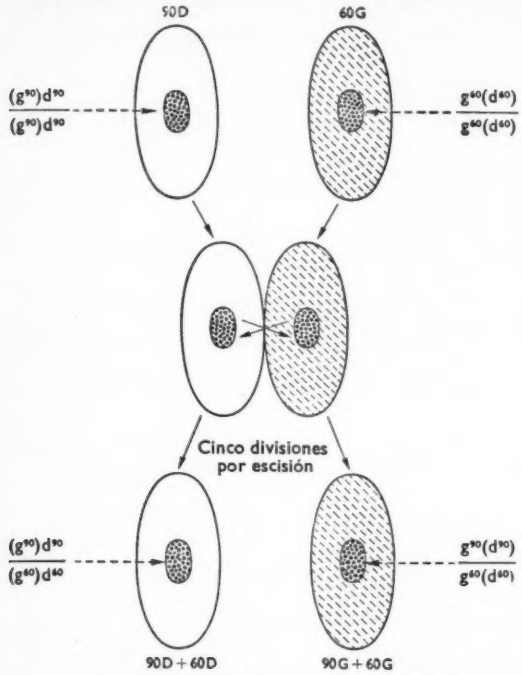


FIGURA 2 – *Herencia de tipos antigénicos después de cinco escisiones siguiendo cruzamiento de 90D × 60G. Los genes entre paréntesis no se manifiestan.*

dada de paramecios puede contener algunos individuos totalmente refractarios a un antisuero que es sumamente tóxico para la mayoría. Durante largo tiempo Sonneborn [8], Beale [9] y otros han venido investigando el aspecto genético de la variación antigénica de esta clase.

El primer hecho notable descubierto fué que los ejemplares de un *stock* sencillo, esto es, animales que en su totalidad proceden de reproducción sexual de un individuo homozigótico determinado, pueden cambiar de un modo sorprendente de un tipo antigénico a otro. Así el tipo A puede transformarse en un tipo B, o viceversa, Tales tipos pueden distinguirse fácilmente por su reacción a dos antisueros diferentes, llamados anti-A y anti-B respectivamente. Nuevos estudios han demostrado que es posible producir una serie completa de tipos antigénicos dentro de un solo *stock*. Ya en 1950 se tenía conocimiento de la existencia de ocho de dichos tipos en el *stock* 51, y sin duda irán descubriéndose muchos más. Cada uno de estos ocho o más tipos contiene exactamente los mismos genes, pero, como demostró Sonneborn, todos difieren en su citoplasma.

La transformación de un tipo antigénico a otro se facilita por medio de tratamientos varios: modificación de temperatura, cantidad de alimento o la salinidad del medio ambiente, o bien tratando a los paramecios con una dosis subletal de antisuero homólogo. La inducción de un cambio antigénico por el tratamiento que acabamos de mencionar es de un interés especial, por cuanto podría parecer como un ejemplo de cambio hereditario o mutación a un tipo más favorablemente adaptado al ambiente inductor. Este resultado es, desde luego, incompatible con la teoría genética ortodoxa. Sin embargo, debe hacerse hincapié en que, en primer lugar, estos cambios provocados en el *Paramecium* son citoplásmicos, y nada tienen que ver con las mutaciones del gene; y en segundo lugar, que el tratamiento con antisuero homólogo débil de ningún modo produce siempre cambios semejantes. Al reponerse los animales después de un tratamiento con suero, son frecuentemente de un tipo antigénico igual al que tenían antes.

Como ya indicamos antes, el ambiente ejerce una marcada influencia en el tipo antigénico formado. A pesar de todo y bajo condiciones idénticas podría perpetuarse más de un tipo en animales diferentes del mismo *stock*. Sonneborn y Le Suer [10], por ejemplo, demostraron que podían mantenerse indefinidamente en el *stock* 51 tres tipos diferentes (B, D y A) desarrollando los animales a 27°C, con alimento bastante para permitir una escisión por día. En estas condiciones las diversas clases de citoplasma persistieron durante muchas generaciones, es decir, que eran hereditarias. Por esto parece que los factores citoplásmicos controlan exclusivamente las variaciones de los antígenos y que los genes nucleares no desempeñan papel alguno en el sistema. Sin embargo, los estudios de Sonneborn y los de Beale en las variedades 4 y 1 respectivamente demostraron que, en resumidas cuentas, los genes controlan de un modo sumamente preciso el tipo antigénico.

De ordinario en cada *stock* de la variedad 1 se hallan tres tipos antigénicos: S a bajas temperaturas, G a temperaturas medias y D a temperaturas elevadas. Cada *stock* forma sus variantes características propias de los tres tipos: por ejemplo, el stock 90 forma el tipo 90G, mientras que el stock 60 da lugar al tipo 60G que, serológicamente, es muy distinto del 90G. Los análisis genéticos han comprobado que un par de genes alélicos, llamados g^{90} y g^{60}, determinaban respectivamente estas dos variantes del tipo G. Además, los tipos de temperatura elevada (tipo D) de los dos *stocks*, 90D y 60G, eran también distintos

serológicamente y estaban controlados por un par de aleles, d^{90} y d^{60}. Los aleles *d*, además, se hallaban en lugar distinto del de los aleles *g* en los cromosomas.

La especificidad antigénica depende pues del alele que el paramecio contiene en un lugar determinado. A cada tipo antigénico, D, G, S, etc., quedó comprobado que le corresponde una serie de aleles múltiples en tres lugares — *d*, *g*, *s*, etc. Cada animal contiene un alele particular en cada uno de dichos tres o más lugares genéticos.

A pesar de contener genes a un mismo tiempo en estos varios lugares, el paramecio de un *stock* dado presenta sólo un tipo único de antígeno, excepción hecha de los heterozigotos debidos a cruzamiento de animales de dos *stocks* diferentes, cuando de ordinario en un mismo animal se forman dos antígenos al mismo tiempo. En general un paramecio contiene antígenos de tipo G o de tipo D, pero no de ambos simultáneamente. Por consiguiente, aun cuando los genes están presentes en los tres lugares *d*, *g*, *s*, tan sólo se manifiesta uno de ellos, esto es, produce algún efecto en el fenotipo, dependiendo del citoplasma cual de los tres va a manifestarse. Esto se demostró haciendo cruzamientos de los tipos 90D × 60G, es decir, entre animales que difieren en los genes y el citoplasma. La Fig. 2 presenta un diagrama que evidencia los resultados de dichos cruzamientos. Debemos hacer notar que toda vez que los cambios de ambiente dan lugar con facilidad a que el citoplasma cambie de un estado a otro, el resultado que representa la Fig. 2 no es definitivo. Modificando la temperatura es posible, con el tiempo, conducir los paramecios, procedentes de cualquiera de los conjugantes, a la formación de antígenos de cualesquiera de los tipos D o G, y aun del tipo S.

Para hacer un resumen de tan complicada situación podemos decir que todos los paramecios de un *stock* contienen por lo menos tres genes (probablemente muchos más) para los cuales el *stock* posee sus aleles característicos que confieren especificidad a los antígenos. Cada animal también contiene citoplasma de una clase particular, pero el citoplasma (a diferencia de los genes)

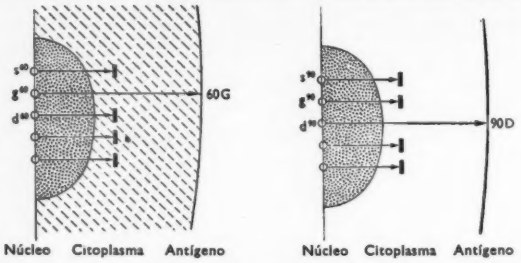


FIGURA 3 – *Representación en diagrama de la acción recíproca entre genes y citoplasma que da lugar a la formación de tipos antígenos 60G y 90D. El citoplasma sombreado con líneas indica «estado G»; el citoplasma claro representa el «estado G».*

puede con facilidad cambiar reversiblemente por medio del tratamiento del ambiente. En fin, el tipo o clase de citoplasma determina cual de los tres o más genes presentes en el núcleo va a entrar en actividad (Fig. 3).

Durante largo tiempo los geneticistas han tenido que hacer frente al problema de que las células de un animal o planta son extraordinariamente variadas, aunque todas o casi todas posean los mismos grupos de genes. Se ha postulado que las diferencias entre las varias células de un organismo sencillo son citoplásmicas; pero las pruebas en pro o en contra de esta opinión no han sido muy convincentes.

Hasta cierto punto, los dos modelos de *Paramecium* nos permiten una mayor precisión. Partiendo del modelo antígeno, podemos suponer que cada una de las células de un organismo multicelular contiene muchos genes, de los cuales sólo una pequeña porción influye en el curso del desarrollo de dicha célula. La selección de esta pequeña proporción es resultado del estado del citoplasma en la célula, que puede ser muy distinto de el del citoplasma en otras células, en las que entraran en actividad genes por completo diferentes. El ambiente controla, en parte por lo menos, el estado del citoplasma.

A través, por tanto, de una compleja acción recíproca de los factores gene-citoplasma-ambiente, las varias células siguen direcciones distintas en su desarrollo.

BIBLIOGRAFIA

[1] SONNEBORN, T. M. *Proc. nat. Acad. Sci., Wash.*, **23**, 378, 1937.
[2] *Idem. Amer. Nat.*, **73**, 390, 1939.
[3] DIPPELL, R. V. *Heredity*, **4**, 165, 1950.
[4] PREER, J. P. *Genetics*, **35**, 344, 1950.
[5] SONNEBORN, T. M. *Amer. Nat.*, **82**, 26, 1948.
[6] CHAO, P. K. *Proc. nat. Acad. Sci., Wash.*, **39**, 103, 1953.
[7] LWOFF, A. *Endeavour*, **11**, 72 y 132, 1952.
[8] SONNEBORN, T. M. *Heredity*, **4**, 11, 1950.
[9] BEALE, G. H. *Genetics*, **37**, 62, 1952.
[10] SONNEBORN, T. M. y LE SUER, A. *Amer. Nat.*, **82**, 69, 1948.

El efecto de la irradiación en los colores minerales

KARL PRZIBRAM

Es bastante común hallar ejemplares de minerales que presentan variaciones de color respecto a su coloración básica; la causa fundamental de este fenómeno parece hallarse en la existencia de irregularidades en la red cristalina. También pueden producirse artificialmente efectos semejantes por medio de la exposición de los cristales a las radiaciones y al calor. De los datos contenidos en este artículo parece deducirse que dichos procesos son los que originariamente produjeron el color de la sal gema y la fluorita en estado natural.

Entre los numerosos datos que para el conocimiento de la evolución geológica de la Tierra nos suministran las rocas que forman su corteza, el color de ciertos minerales es una fuente de información que sólo ahora comenzamos a saber interpretar. Desde hace ya tiempo se sabía que algunos minerales coloreados, tales como la sal gema [1] y las multicoloreadas fluoritas [2] deben sus tintes a determinados efectos radiactivos, idea que condujo a la investigación del efecto de la irradiación radiactiva sobre los cristales incoloros.

Si la sal gema se expone a los rayos del radio, toma un tinte amarillo (Fig. 1(*a*)); pero esta coloración es inestable y desaparece rápidamente si calentamos el mineral a una temperatura entre 200 y 300°c. Si la dosis inicial de radiación es suficientemente fuerte, el amarillo pasa a un azul-violeta (Fig. 1(*b*)) al calentarse cuidadosamente el cristal hasta 200°c aproximadamente. También se produce un tono grisáceo si la muestra amarilla se guarda en la oscuridad durante un cierto período, o en la luz normal durante un lapso más breve (Fig. 1(*c*)).

Se explicaban antes estas coloraciones por medio de la supuesta absorción de un *quantum* de radiación por el ion-cloro de la sal gema, seguida de la cesión de un electrón a un ion-sodio, que se convierte así en un átomo neutro de sodio. Este proceso explicaría la absorción de luz y la consiguiente formación de color. El desarrollo de la mecánica quántica y el descubrimiento de que una red cristalina siempre contiene vacíos condujo a una nueva interpretación [3], según la cual el centro de color (centro-F), que en el caso de la sal gema produce la coloración amarilla, es un electrón aprisionado en un vacío aniónico: esto es, un vacío de la red en el que falta un ion-cloro.

La investigación de la sal gema comprimida ha confirmado este hecho de que la coloración sea efecto de una alteración de la red cristalina. Una dosis de radiación que causa la coloración amarilla de la sal no comprimida hace casi negra la sal comprimida (Fig. 1(*d*)) [4], aunque existe un límite óptimo para esta alteración, decreciendo a muy elevadas presiones la tendencia al cambio de color. El ennegrecimiento no sólo se debe al ennegrecimiento propiamente dicho del amarillo, sino también al incremento de la absorción en las regiones del amarillo y del rojo, lo que, por sí mismo, produciría tintes violetas y azules semejantes a los causados al calentarse la sal no comprimida. En realidad, si los centros-F productores de amarillo quedan destruídos por iluminación, el color oscuro de la sal comprimida se cambia en azul (Fig. 2(*a*)); y si la muestra se conserva durante un período suficientemente largo, se verán aparecer y extenderse áreas de un color más claro (Fig. 2(*a*)). Mediante varios métodos se ha comprobado que ello se debe a un reajuste de la alteración de la red: esto es, a una recristalización. Esta observación ha procurado un excelente método para el estudio de la recristalización de la sal gema comprimida [5].

Sobre la base de las investigaciones clásicas de Siedentopf con el ultramicroscopio, se ha atribuído el color azul de la sal gema a la presencia de partículas coloidales de sodio. Pero ahora ha quedado demostrado sin lugar a duda que algunos tintes azules y violeta no tienen naturaleza microscópica sino que son efecto de electrones situados en centros de mayor alteración en la red (centros M y R) [6].

Para asegurarnos de que el color natural de un mineral se debe a efectos radiactivos, debemos comprobar los siguientes factores:

1. El lento calentamiento hasta 200–300° c debe destruir el color.

2. La desaparición del color va por lo general acompañada de fenómenos de termoluminiscencia, emitiéndose en forma de energía luminosa parte de la energía almacenada durante la irradiación.
3. El color del estado natural debe coincidir con el obtenido mediante la irradiación del mineral incoloro.

A veces se ha insistido en que esta coloración por irradiación se obtenga bajo condiciones idénticas a las que se dan en la naturaleza. Esto nos parece una estipulación un tanto exagerada, sobre todo si se tiene en cuenta la extensión de los períodos durante los que se ha producido el proceso natural. Pero nos parece evidente que el hecho de que en el laboratorio sólo se pueda reproducir el color azul de la sal gema mediante calentamiento o iluminación, mientras que en los depósitos naturales se formó en la oscuridad y a temperaturas normales, no puede utilizarse para rebatir el origen radiactivo del color. Parece muy posible que la conservación durante un período suficiente de las muestras en la oscuridad y a la temperatura ambiente pudiera resultar en la destrucción de los centros-F, con el consiguiente cambio de gris a azul. Los centros productores de azul son más estables que los productores de amarillo y, bajo condiciones naturales, la radiación de baja intensidad que actúa en la corteza terrestre producirá de preferencia los centros más estables (principio de la selección natural de lo más estable).

Uno de los razonamientos contra la interpretación de los tintes de la sal gema como colores producidos por la irradiación se basaba en la inexistencia del color amarillo primario en la naturaleza. El descubrimiento de la sal gema amarilla en Hall (Tirol) por Schauberger [7] ha disipado finalmente tales dudas. Esta sal muestra el mismo comportamiento que la sal amarilla producida por irradiación; además, su máxima absorción se halla situada en la misma longitud de onda (4600 Å). La presencia menos frecuente de esta sal amarilla — descubierta más tarde en otros lugares — se halla conforme con el principio de selección antes mencionado. El tercer factor indicado se expresa hoy más estrictamente diciendo que la absorción máxima en ambas sales debe hallarse situada en la misma longitud de onda, como en el caso de la sal gema amarilla.

Las tres condiciones también se cumplen en el caso de las sales gema violeta y azul. Estas pierden su color al ser calentadas moderadamente, observándose cierta termoluminiscencia. Según algunas investigaciones recientes [8], el color violeta de la sal gema no es principalmente efecto de partículas coloidales. Esta sal violeta natural muestra su máximo de absorción a 5800 Å, que también se observa en la sal violeta obtenida por irradiación y calentamiento. En la sal azul cuyo color tiene origen coloidal, los máximos de absorción varían según el tamaño de las partículas entre 6300 y 6800 Å. Se obtienen los mismos máximos con la sal azul preparada por calentamiento en vapor de sodio. También puede obtenerse el color azul coloidal mediante una concentración de irradiación catódica a alta temperatura [9], aunque éste es un método más difícil. Su existencia en la naturaleza puede deberse a impurezas que favorezcan la formación coloidal; el largo período de tiempo requerido por los procesos naturales puede también influir en dicha formación.

El problema es saber si las pequeñas cantidades de substancias radiactivas que existen en la naturaleza son suficientes para producir los colores minerales. Este problema fué primeramente investigado con relación a la sal gema y a las fluoritas [10], siendo afirmativos al parecer los resultados obtenidos hasta ahora. La sal gema contiene uranio y radio además de potasio β-radiante y algo de helio, cuyo origen ha explicado Hahn de la siguiente manera [11]. Durante el período terciario los depósitos salinos se recristalizaron a grandes profundidades por acción del agua radiactiva que contenía radón. El plomo y su isótopo radiactivo RaD acarreado por el agua se precipitaron con la sal gema y especialmente con la silvina (KCl), transformándose el RaD en polonio α-radiante, el cual, con su predecesor RaD, se ha desintegrado hace ya mucho. Las partículas α por él emitidas quedaron sin embargo incluídas en la sal en forma de átomos de helio. Nosotros hemos publicado un cálculo de los cambios de energía involucrados en este proceso [10]. La coloración amarilla y violeta del mineral puede ser efecto de cualquiera de ambas fuentes de radiación; pero el color azul no puede deberse al contenido de uranio-radio del mineral.

En conjunto, nosotros nos inclinamos a aceptar la hipótesis de Hahn, y suponemos además que la especial sensibilidad de la sal gema coloreada se debe a ciertas impurezas y otras alteraciones, lo que explicaría por qué no toda la sal gema es coloreada a pesar de que el contenido de substancias radiactivas no difiere notablemente en el mineral coloreado e incoloro. En cuanto a las fluoritas, su coloración queda suficientemente explicada por su contenido de uranio-radio.

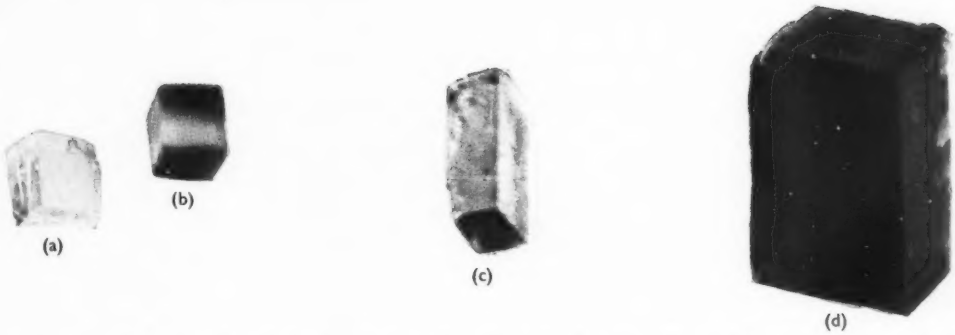


FIGURA 1 – *Sal gema coloreada por irradiaciones de radio:* (a) *coloración reciente;* (b) *coloración originalmente amarilla y virada luego a azul mediante calentamiento;* (c) *coloración originalmente amarilla y virada a gris por el paso del tiempo;* (d) *cristal comprimido, originalmente pardo oscuro y virado luego a azul oscuro por acción de la luz.* (× 1,5)

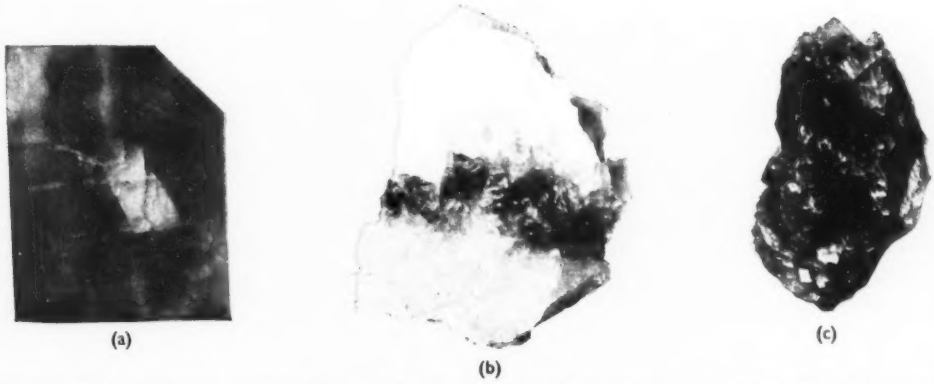


FIGURA 2 – (a) *Sal gema comprimida, parcialmente recristalizada, de coloración artificial;* (b) *cristal compuesto de sal gema y silvina (Stassfurt) con una zona azul indicando la región de contacto;* (c) *diversa profundidad de color en sal gema azul de Stassfurt.* ((a) × 1,5, (b) *y* (c) × 0,2)

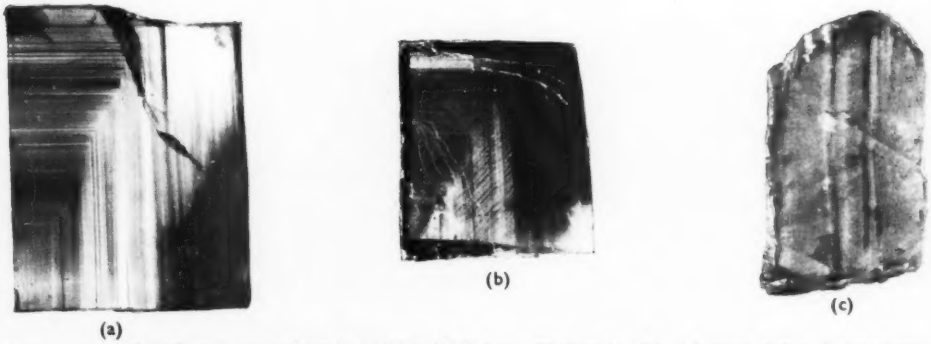


FIGURA 3 – (a) *Sal gema natural azul y violeta (Grimberg, Heringen);* (b) *sal gema violeta de la misma mina en la que la coloración más profunda señala las partes que se han desarrollado más rápidamente, y las líneas oscuras los planos rombododecaédricos de deslizamiento;* (c) *fluorita de Pe-shan, China.* ((a) × 1,5, (b) *y* (c) × 0,5).

Las Figs. 2(*b*) y 2(*c*) representan dos muestras de sal gema azul procedentes de Stassfurt. En la primera, la sal azul forma la zona de contacto entre la sal gema incolora y la silvina; esta asociación de sal gema azul y de silvina es muy frecuente y se halla probablemente relacionada con el proceso secundario de recristalización. La Fig. 2(*c*) presenta una sal gema azul-negra rodeada de una sal más clara de origen más reciente. La faz irregular de la fractura de la sal azul-negra indica una deformación plástica que, como hemos dicho antes, facilita la formación de color.

La sal gema violeta hallada en la mina de Grimberg, Heringen, en la región del Werra (Alemania), tiene interés especial, pues en ella la coloración aparece en franjas paralelas a las faces cúbicas e indica la dirección de crecimiento del cristal [12]. Si dicho crecimiento se hubiera verificado en ambas direcciones axiales a idéntica velocidad, la diagonal que uniese los vértices de las zonas de crecimiento coloreadas presentaría una inclinación de 45° con respecto a las faces cúbicas. Como no es así, el desarrollo debe haberse realizado a velocidad creciente en la dirección del eje que forma el ángulo menor con la diagonal. Además, parece que la dirección de crecimiento experimenta a veces cambios repentinos, por razones desconocidas, pudiendo establecerse a este respecto una interesante relación: la pirámide formada por el crecimiento más rápido es por lo general más oscura y azulada que la formada por el más lento; lo cual indica que el incremento en la velocidad de desarrollo produce mayores alteraciones en la red cristalina y por lo tanto facilita la formación de color. Pueden observarse las mismas zonas de crecimiento en un cristal de sal gema coloreado de azul por irradiación y calentamiento, siendo posible investigar de este modo el crecimiento de los cristales incoloros. Con dicho método fué posible observar que en los largos cristales prismáticos de sal gema de Wieliczka cesaba a veces totalmente el crecimiento lateral y sólo avanzaba la base de los mismos. Aun no se ha hallado explicación satisfactoria de tan singular fenómeno.

Las franjas oscuras que frecuentemente se observan en la sal gema azul formando ángulos de 45° con las faces cúbicas son las huellas de los planos de deslizamiento rombododecaédricos de la sal. Como han sufrido una más marcada alteración se hallan por consiguiente más fuertemente coloreados (Fig. 3(*b*)).

La fluorita aun muestra una mayor variedad de colores de irradiación, habiéndose obtenido con dicho mineral por vez primera un tinte artificial muy próximo a la coloración natural por medios de laboratorio. En 1830, Pearsall [13], uno de los ayudantes de Faraday en la *Royal Institution*, consiguió producir tintes rosados y azulados en la fluorita incolora utilizando el calor que se desprende de una chispa de la botella de Leyden. Tal efecto se debía probablemente al efecto de la radiación ultravioleta. Pearsall expresó la opinión de que la coloración natural podía deberse a efectos eléctricos, idea que, aunque expresada con tanta anterioridad respecto al descubrimiento de la radiactividad, se halla sorprendentemente próxima a la moderna interpretación que atribuye los colores de irradiación natural a la influencia de las radiaciones corpusculares (rayos β y α).

Los factores antes indicados también se refieren a las fluoritas: éstas pierden fácilmente su color, muestran una brillante termoluminiscencia (fenómeno conocido desde hace ya mucho tiempo), y los colores producto de la irradiación coinciden con la coloración natural.

La comparación de los espectros de absorción de 20 fluoritas diferentes, parte de ellas en estado natural y parte después de haber sufrido irradiación [14], dió como resultado máximos en las siguientes longitudes de onda: 3350, 3600, 3700, 3850, 4000, 4100, 4300, 4500, 4700, 5000, 5250, 5500, 5800, 6000, 6250 y 6400 Å. Mis colaboradores y yo hemos conseguido [15] identificar la conocida fluorescencia azul de la fluorita con la presencia de europio bivalente, y la banda de fluorescencia roja con la del samario bivalente. Yo he mantenido la opinión de que los iones bivalentes de las tierras raras habrían de influir también en el poder de absorción de las fluoritas y podían por tanto explicar los máximos observados en 3600 a 3850 Å así como los de 4300, 4500 y 4700 Å, lo cual quedó confirmado parcialmente por medio de investigaciones recientes. Freed y Katcoff [16] descubrieron una absorción máxima de Eu^{++} en $SrCl_2$ a 3890 Å, Butement [17] halló máximos para Sm^{++} in $SrCl_2$ a 3560, 3770, 4120 y 4800 Å, y en NaCl a 3570, 3780, 4120 y 4700 Å. En vista de esos resultados es posible que los máximos de la fluorita a 3850 Å puedan deberse a Eu^{++}, y los observados a 3600, 3700, 4100 y 4700 a Sm^{++}. Por otra parte, Smakula [18] halló máximos de absorción a 3350, 4000 y 5800 Å en CaF_2 sintética muy pura después de irradiación con rayos X. Esos máximos pueden atribuirse a los centros de color de la substancia básica. Como hemos visto, se encuentran los mismos máximos en los espectros de absorción de las fluoritas naturales. Los máximos

a 4300, 4500, 5000, 5250, 5500, 6000 Å y superiores se hallan aún por explicar.

Los máximos de onda larga pueden a veces ser resultado de la coloración coloidal. Sin embargo, el profundo color azul que aparece en numerosas fluoritas tras irradiación no puede tener un origen coloidal, ya que tales ejemplares no muestran nunca el efecto de Tyndall. Es probable que el espectro final de los centros de CaF_2 resulte ser aun más complejo y que los máximos de onda larga tengan su origen en centros de más fuertes alteraciones. También es posible que otros iones de metales pesados tengan participación en estos fenómenos. Otro hecho que aun queda por explicar plenamente es que se puede observar más distintamente uno u otro máximo en los distintos tipos de fluorita, lo cual causa la variedad de colores y puede ser efecto de la distribución de las tierras raras (de las que se encuentran indicios en todas las fluoritas) que es muy irregular, aun dentro de un solo cristal. Se ha comprobado que los cristales y las capas cristalinas que contienen un porcentaje relativamente alto de samario adquieren rápidamente al ser irradiados una profunda coloración azul. El samario causa por tanto un aumento de la sensibilidad, pues se transforma por efecto de la irradiación en su forma bivalente, la cual pierde con facilidad su electrón excedente que sirve entonces para formar un centro de color. Ya con anterioridad a esto, Steinmetz [19] había observado el aumento de sensibilidad que causan en la fluorita las inclusiones de sulfuro.

La Fig. 3(*c*) muestra una fluorita de Pe-shan, China. Se ve clara la desigual distribución de color en forma de franjas violeta sobre un fondo verde. El hecho de que las zonas verdes muestren una fluorescencia azulada más fuerte que las franjas violeta indica un más elevado contenido del europio bivalente. Fué posible demostrar que la diferencia no se debe a una desigual absorción de la luz.

La fluorita nos facilita otro ejemplo del principio de formación natural de lo más estable. El color azul puro que se obtiene por irradiación se halla muy raramente en la naturaleza; gradualmente se transforma en la coloración violeta, más estable, que se observa a menudo en las muestras naturales de fluorita. También hay pruebas de la exactitud de la relación mencionada entre la formación de color y las alteraciones de la red cristalina: cuando se comprime la fluorita verde cambia su color a violeta, fenómeno para el que yo propongo la denominación de *piezocromía* [20].

Hasta ahora las investigaciones se han referido principalmente a la sal gema y a la fluorita, pero es de suponer que otros minerales deban también su color a los efectos radiactivos, por ejemplo, el cuarzo ahumado y la amatista.

Los minerales que aparecen en las ilustraciones pertenecen a la colección del Instituto de Investigaciones del Radio de la Academia Austríaca de Ciencias. El lector que desee ampliar estas noticias puede consultar nuestro libro *Verfärbung und Lumineszenz* de próxima aparición (Springer, Viena).

BIBLIOGRAFIA

[1] SIEDENTOPF, H. *Phys. Z.*, **6**, 855, 1905.
[2] BERTHELOT, M. *C.R. Acad. Sci., Paris*, **143**, 477, 1906.
[3] DE BOER, J. H. *Rec. Trav. chim: Pays-Bas*, **56**, 301, 1937.
[4] PRZIBRAM, K. *S.B. öst. Akad. Wiss.*, IIa, **136**, 43, 435, 1927.
[5] *Idem. Ibid.*, IIa, **138**, 353, 1929; **139**, 255, 1930; **141**, 639, 1932; **142**, 251, 1933.
[6] SEITZ, F. *Rev. mod. Phys.*, **18**, 384, 1946.
[7] SCHAUBERGER, O. *Berg- u. hüttenm. Jb.*, **83**, 115, 1935.
PRZIBRAM, K. y SCHAUBERGER, O. *Anz. öst. Akad. Wiss.*, 12 dic., pág. 273, 1935.
Idem. Nature, Lond., **137**, 107, 1936.
[8] ADLER, N. *Acta phys. austr.*, **4**, 71, 1950.
[9] PATER, M. «Über die Verfärbung von Alkalihalogenidkristallen mit Elektronen von 5 bis 15 keV». Diss. Viena, 1951. Nota sobre esta publicación: PRZIBRAM, K. *Z. Phys.*, **134**, Fasc. 4, 1953.
[10] PRZIBRAM, K. *Acta phys. austr.*, **1**, 131, 1947.
Idem. Geochim. et Cosmoch. Acta, **1**, 299, 1951.
[11] HAHN, O. *Naturwissenschaften*, **20**, 86, 1932.
HAHN, O. y BORN, H. J. *Ibid.*, **23**, 739, 1935.
BORN, H. J. *Ibid.*, **24**, 73, 1936.
Idem. Kali, 41, 1936.
[12] PRZIBRAM, K. *S.B. öst. Akad. Wiss.*, IIa, **143**, 489, 1934.
[13] PEARSALL, T. J. *J. roy. Instn. G.B.*, **1**, 77, 267, 1830–1.
[14] PRZIBRAM, K. *Miner. petrogr. Mitt.*, **3**, 21, 1952.
[15] HABERLANDT, H., MARLIK, BERTA, y PRZIBRAM, K. *Anz. öst. Akad. Wiss.*, 7 dic., pág. 301, 1933.
Idem. S.B. öst. Akad. Wiss., IIa, **143**, 151, 1934.
KARLIK, BERTA, y PRZIBRAM, K. *Ibid.* IIa, **146**, 209, 1937.
[16] FREED, S. y KATCOFF, S. *Physica, Eindhoven*, **14**, 17, 1948.
[17] BUTEMENT, F. D. S. *Trans. Faraday Soc.*, **44**, 617, 1948.
[18] SMAKULA, A. *Phys. Rev.*, **77**, 408, 1950. Para otra interpretación *véase* LÜTY, F., *Z. Phys.*, **134**, 596, 1953.
[19] STEINMETZ, H. *Z. Kristallogr.*, **58**, 330, 1923; **61**, 380, 1925.
[20] PRZIBRAM, K. *S.B. öst. Akad. Wiss.*, IIa, **138**, 263, 1929.

Los quelíceros de las arañas: su evolución y usos

W. S. BRISTOWE

Los quelíceros o mandíbulas de las arañas no sólo poseen la función de inocular veneno en sus presas y enemigos sino que tienen también otros múltiples usos, muy variados según las distintas especies. La forma y funcionamiento de estos órganos revela asimismo la influencia de los procesos evolucionarios y su estudio es por tanto de gran interés zoológico.

La clase *Arachnida* comprende muchos órdenes entre los que encontramos los arácnidos (arañas), escorpiones, palpígrados, falángidos, pseudoescorpiones, solifúgidos, ricinúlidos, acáridos, uropígidos, amblipígidos y muchos órdenes extintos. En el período Carbonífero existían ya muchos de dichos órdenes, pero no disponemos de pruebas muy convincentes respecto de su linaje y afinidades.

Casi todos los órdenes extintos y supervivientes tienen la cabeza provista de unos garfios o apéndices a modo de pinzas, llamados quelíceros, pero los de las arañas por su diseño peculiar se distinguen de los restantes. Cada quelícero de las arañas se compone de dos segmentos: el segmento basal es grueso y duro; contiene la totalidad o parte de la glándula del veneno y presenta limitada movilidad lateral y vertical. Adherido al extremo superior está el diente o aguijón, que es a manera de una aguja encorvada o espina puntiaguda, cerca de cuyo extremo hay un pequeño orificio a través del cual sale con presión el veneno. En estado de reposo el aguijón se repliega hacia atrás y se extiende encorvado a lo largo de la superficie inferior o interna del segmento basal y, con frecuencia, en un rebajo o hendidura rodeada de dientes.

Hallamos quelíceros de parecido diseño en el orden extinguido *Trigonotarbi* — parte, antiguamente, de los *Anthrocomarti* — y en los uropígidos y amblipígidos vivientes — ambos incluídos en otro tiempo en el orden de los *Pedipalpi* [12]. Aun cuando las arañas y *Trigonotarbi* se remontan al Devoniano [6] y algunos de los pedipalpos al Carbonífero, parece fuera de duda que este tipo de quelíceros deriva de los de forma de pinza prensora; cuesta poco imaginar cómo haya ocurrido eso (Fig. 1): a nuestro modo de ver, el largo diente en el segmento basal de un quelícero fólcido o escitódido es homólogo al dedo inmóvil de una quela o pinza prensora. Como algunos aracnólogos probablemente van a objetar que la apariencia de quela es más bien algo accidental y no una supervivencia, haremos notar que los órganos sexuales de *Scytodidae* y de algunas *Pholcidae* no son muy distintos de los que se supone poseyeron las arañas en las primeras etapas de su historia evolutiva, mientras que las placas epigástricas que poseen algunas especies de ambas familias, pueden ser muy bien las reliquias de placas segmentales. Además, haremos mención más adelante de un empleo inusitado de los quelíceros fólcidos; empleo que, por otro lado, puede muy bien haber sido habitual entre sus remotos antepasados.

Al llegar a la clasificación de las arañas nos encontramos con que los peritos en la materia reconocen dos subórdenes: las *Mygalomorphae* y las *Araneomorphae* (*Arachnomorphae*). Algunos reconocen también como subórdenes distintos las *Liphistiomorphae* y las *Hypochilomorphae*, pero todos convienen en que las primeras están unidas por afinidad con las *Mygalomorphae* al par que las segundas lo están con las *Araneomorphae*. Si, para nuestro objeto, reconocemos tan sólo dos subdivisiones del orden, observamos que la forma de los quelíceros es una característica constante por la que, clara y fácilmente, pueden distinguirse: en el tipo migalomorfo, los segmentos basales se dirigen hacia delante, mientras que los aguijones atacan hacia abajo en una dirección aproximadamente vertical; en el tipo araneomorfo el segmento basal se inclina de ordinario hacia abajo, con frecuencia verticalmente desde el carapacho, mientras que los aguijones se mueven lateralmente uno contra el otro y en movimiento de vaivén hacia atrás y hacia fuera (Fig. 2).

Ambos tipos aparecieron muy pronto en la historia de las arañas, en realidad en el período Carbonífero, de manera que se hace difícil de precisar cual de los dos fué el primero. La orientación de los quelíceros quelados de otros órdenes no

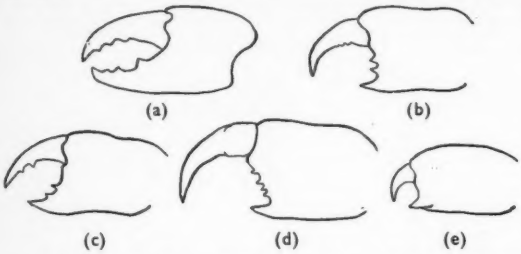


FIGURA 1 – *Quelíceros de* (a) *Escorpiones*, (b) *Uropígidos*, (c) *Amblipígidos*, (d) *Trigonotarbi*, (e) *una araña* fólcida.

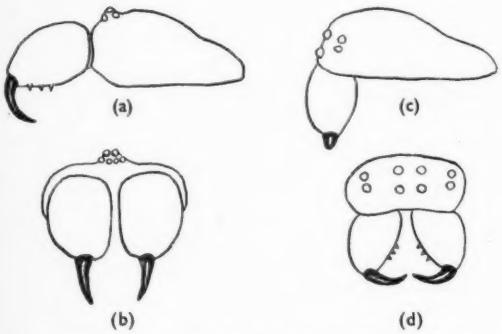


FIGURA 2 – *La orientación de los quelíceros de las arañas migalomorfas;* (a) *de lado,* (b) *de frente;* (c) *y* (d), *orientación en las arañas araneomorfas.*

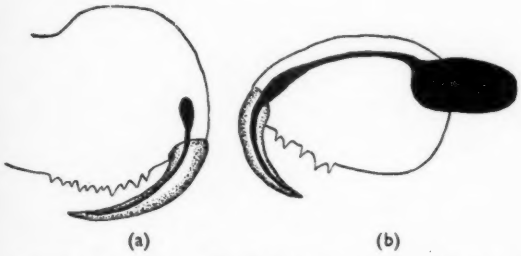


FIGURA 3 – *En negro, las glándulas ponzoñosas de* (a) *una* Liphistiida *primitiva,* (b) *una araña araneomorfa típica.*

suministra ningún indicio. Sin embargo, es significativo que los *Trigonotarbi* del Devoniano y los uropígidos y amblipígidos sean de tipo migalomorfo. Es probable que los cuatro órdenes compartan un antepasado común en el que los quelíceros quelados del tipo migalomorfo aparecieron antes o durante el período Devoniano. Más tarde en el transcurso del Carbonífero, cuando los insectos empezaron a desarrollar alas, surgió el tipo araneomorfo, gracias a una torsión del segmento basal, como consecuencia del apartamiento de su hábito de vida a flor de tierra y la aparición de redes sedosas, donde este artificio puede tener mayor eficacia en la captura de la presa. La fuerza de ataque y de penetración de los aguijones del migalomorfo es mucho mayor si la víctima reposa en terreno firme que cuando araña y víctima están suspendidas de unos hilos elásticos.

Aun cuando la forma de los quelíceros de uropígidos y amblipígidos es semejante a la de las arañas en apariencia externa, solamente éstas van provistas de glándulas ponzoñosas. Nuestras arañas vivientes más primitivas pertenecen a la familia de las *Liphistiidae* cuyo aspecto exterior tiene gran semejanza al de ciertas arañas fósiles del Carbonífero. En el género *Heptathela* puede no haber glándulas ponzoñosas, que en el género *Liphistius* son de tamaño muy reducido (Fig. 3) [2].

Las observaciones sobre cinco especies de *Scytodes* de Malaca y Gran Bretaña [1] han confirmado el descubrimiento [9, 10] de que estas arañas escupen goma sobre los insectos desde una distancia de 7 a 12 mm. Vista al microscopio, parece que la textura de la goma es una doble serie de hilcs casi paralelos que entrampan el insecto como si se hubiera lanzado sobre él una red. Si bien la operación parece ser completada con un tirón, es evidente que los quelíceros están en un momento de rápida oscilación al tiempo que la punta del aguijón eyacula la goma. Es indispensable que las glándulas productoras de goma sean de gran tamaño, lo cual requiere espacio adicional en el cefalotórax: el resultado es el cefalotórax en cúpula tan característico de los *Scytodes* (Fig. 5).

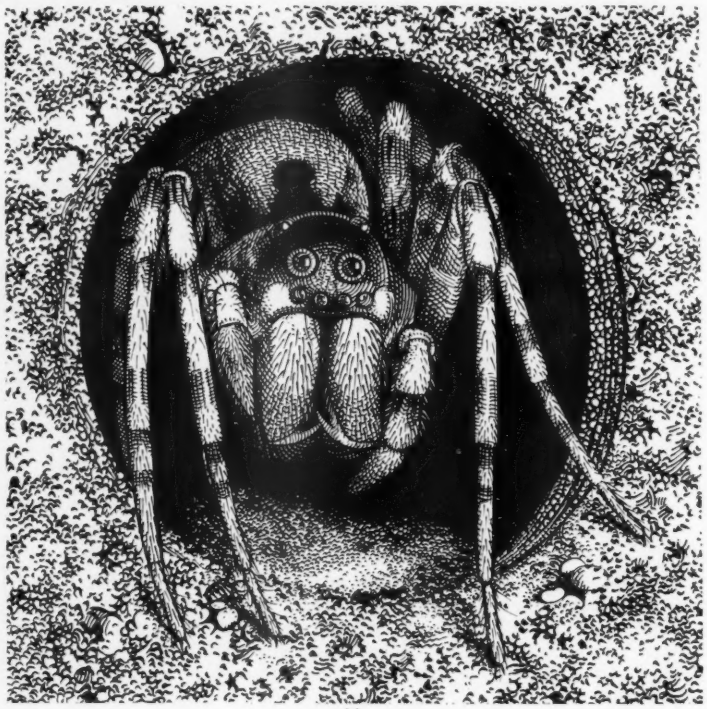
La armadura dorsal del milpiés (*Oniscoidea*) sirve de protección contra las picaduras de las arañas cazadoras; además, muchas arañas lo encuentran muy poco apetecible a causa de sus secreciones glandulares [3]. Sin embargo, algunas especies de milpiés constituyen una proporción substancial del régimen alimenticio de la *Dysdera crocata* de la Gran Bretaña, cazador nocturno muy lento de movimiento que habita debajo de las piedras. Los artrópodos más ágiles que el milpiés pueden con frecuencia burlar la *Dysdera* que, para evitar la inanición, se ha visto forzada a basar su alimentación en el milpiés, para cuya captura son muy útiles los quelíceros: son excepcionalmente grandes y poderosos; uno de los aguijones se introduce debajo y el otro por encima del milpiés. Un aguijón penetra fácilmente en la blanda superficie ventral, al par que el otro ejerce una gran presión en la armadura del dorso (Fig. 6).

La función principal de los dientes consiste en ayudar en la maceración del cuerpo blando de la víctima y facilitar así mismo la salida de los jugos

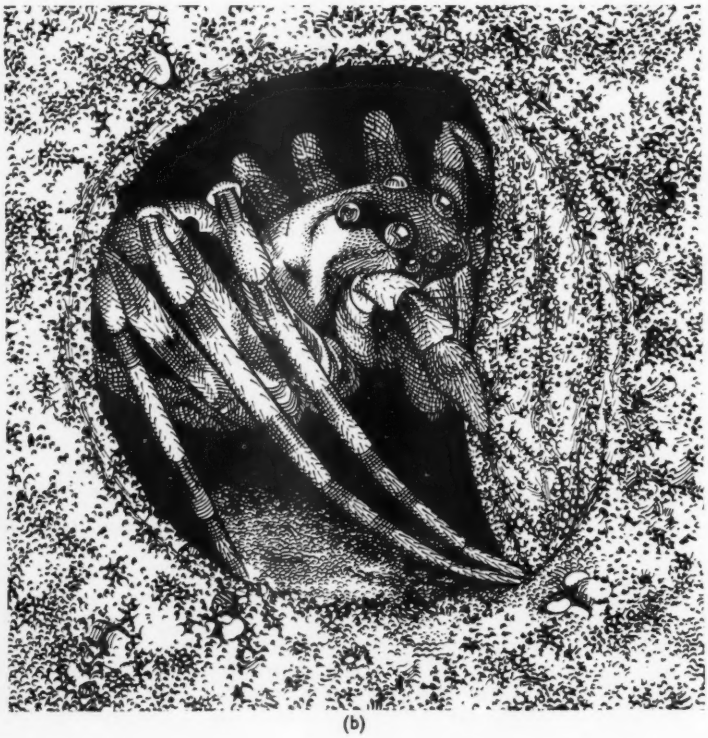
del cuerpo que chupa la araña. Una contracción de los músculos que ponen en movimiento los aguijones hace que éstos compriman el cuerpo del insecto contra los dientes, verificando un estrujamiento semejante al de las pinzas de la araña primitiva; los dientes cortantes penetran en la pared del cuerpo del insecto y ayudan a reducirlo a una bolita blanda. Una sierrecita o una serie de pequeños dientes en el borde del maxilar coadyuvan asimismo a este proceso.

Algunas familias de arañas carecen de dientes en los segmentos basales de sus quelíceros; no maceran sus presas ni las reducen a papilla. Cuando la succión de los jugos del insecto a través de las pequeñas picaduras practicadas por los aguijones es ya completa, el insecto conserva todavía su aspecto original y puede por tanto preservarse en una vitrina. Estas arañas por lo común poseen aguijones pequeños y es digna de notarse su habilidad en dar con las hendiduras o juntas de los insectos de caparazón muy duro como los gorgojos (*Curculionidae*), cuya armadura resiste el ataque de la mayoría de las arañas. Las arañas sin dientes exploran muy despacio la superficie, encuentran las junturas e insertan los aguijones.

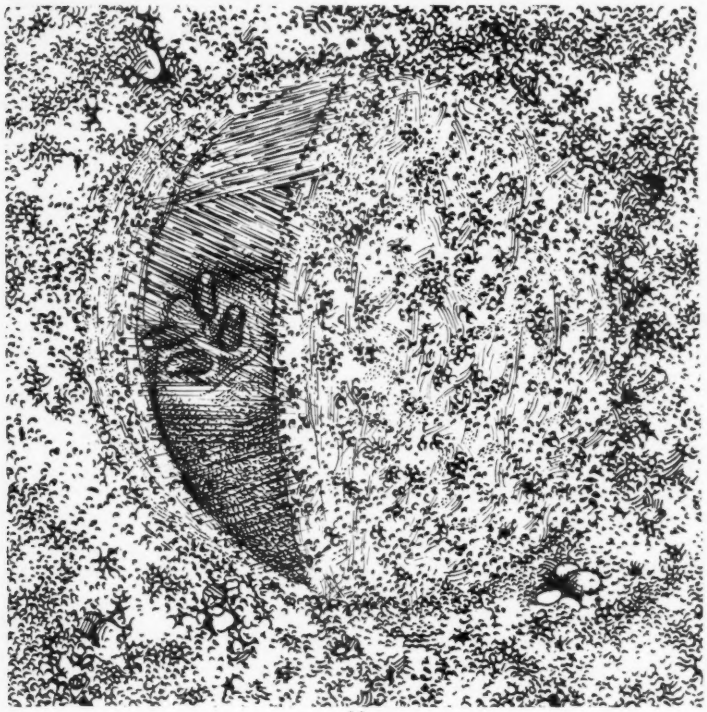
Las *Theridiidae* nos proporcionan un ejemplo, y no carece de importancia el hecho de que, si bien estas arañas construyen redes levantadas, con frecuencia sólo van provistas de goma las porciones basales de los hilillos muy cerca del suelo u otra superficie de adherencia: en otras palabras, las redes de muchas *Theridiidae* están destinadas principalmente a la captura de insectos reptadores. Es más natural que se protejan con un caparazón duro los insectos que pasan



(a)



(b)



(c)

FIGURA 4 – (a)–(c) Arctosa perita *tira del borde sedoso de su galería transversalmente como una cortina en caso de alarma y completa el cierre con unos golpes de sus hilanderas.*

toda o gran parte de su vida sobre el suelo que los que la transcurren en el aire, donde un exceso de peso sería una desventaja, por lo que es de capital importancia para las *Theridiidae* la habilidad de atravesar los caparazones.

Las *Thomisidae* sin dientes pueden alimentarse también de los gorgojos desechados por los licósidos y otras arañas rapaces. Las *Thomisidae*, sin embargo, obtienen una ventaja de muy distinto orden debida a su imposibilidad de macerar las presas. Algunas especies, las de los géneros *Misumena* y *Thomisus* inclusive, se esconden entre las flores cuya coloración se apareja mejor con la de su propio cuerpo. En realidad, dentro de ciertos límites, el color de la araña puede cambiar en el de las flores — de amarillo a blanco o viceversa — y esto les hace invisibles lo mismo para sus víctimas que para sus enemigos. Cuando capturan un visitante de la flor lo devoran, a pesar de lo cual el insecto conserva su aspecto de vida, y muchos naturalistas creyendo aprisionar una mariposa u otro insecto, se encontraron con que una de estas arañas estaba ya comiéndoselo. Una bolita masticada o un insecto desmembrado, por otra parte, atraería la atención a la araña.

La boca de una araña está situada detrás de los quelíceros. Parece probable que la arruga quitinosa o quilla que bordea el lado interior del segmento basal en algunas arañas ayude a controlar la salida y movimiento de líquidos hacia o desde la boca. Los flúidos digestivos se inyectan dentro de la presa y luego la boca succiona los líquidos parcialmente digeridos.

Varias familias de arañas excavan túneles en el suelo y utilizan los quelíceros para aflojar y acarrear la tierra a la superficie. El *Atypus* británico empuja la tierra extraída del subsuelo a través de un tubo de seda apretada que sobresale 5 a 8 cm a flor del suelo, y entonces los largos aguijones saliendo a través de la pared del tubo lo recubren exteriormente con granitos de tierra. Esta delicada operación realizada por los aguijones contribuye a camuflar la porción externa del tubo.

Las arañas afines al *Atypus* que habitan en climas más cálidos, con frecuencia cierran sus galerías con escotillones magníficamente engoznados: la forma y contorno de estas puertas es obra de los aguijones. Una especie de la Isla de Mallorca labra una serie de muescas a lo largo del borde de la puerta circular que encajan exactamente en los rebajos alrededor del canto de la galería; nosotros hemos observado una araña (*Nemesia* sp) formando las muescas y rebajos con sus aguijones. Algunas de estas arañas de escotillón han desarrollado una especie de rastrillo en el extremo superior del segmento basal de sus quelíceros y lo utilizan en la excavación de sus galerías: con él desmenuzan y echan fuera la tierra (Fig. 7).

La licosia británica, *Arctosa perita* Latr., excava galerías en la arena y las reviste luego con seda. En caso de alarma, la hemos visto agarrar el reborde con sus quelíceros y colocarlo atravesado como si fuera una cortina; luego se vuelve rápidamente y con varios golpes en zig-zag de sus

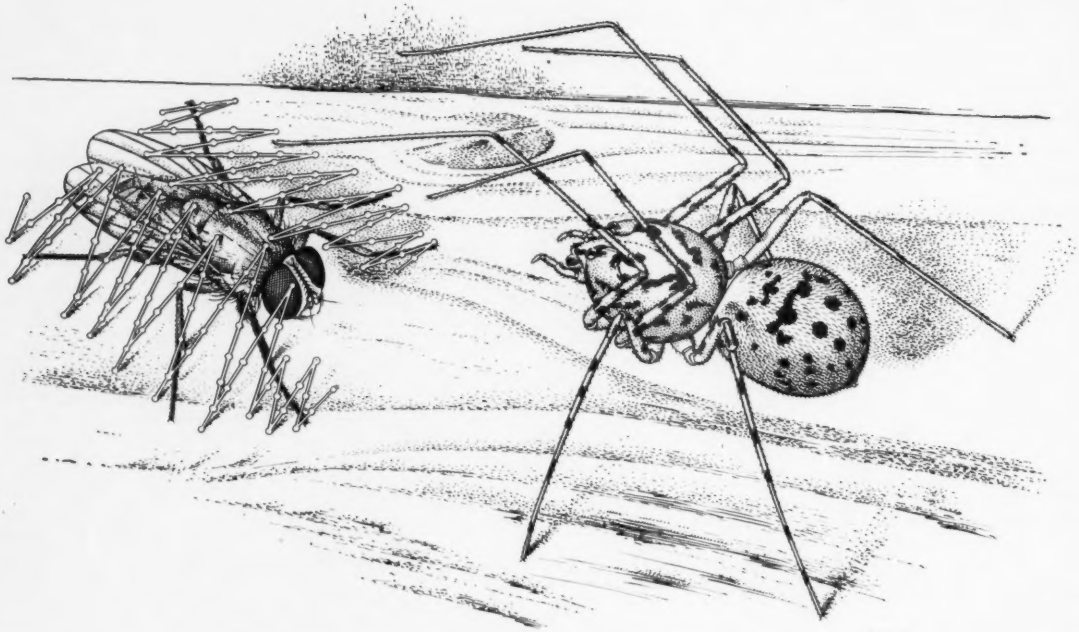


FIGURA 5 – Scytodes *captura insectos lanzando goma por sus quelíceros.*

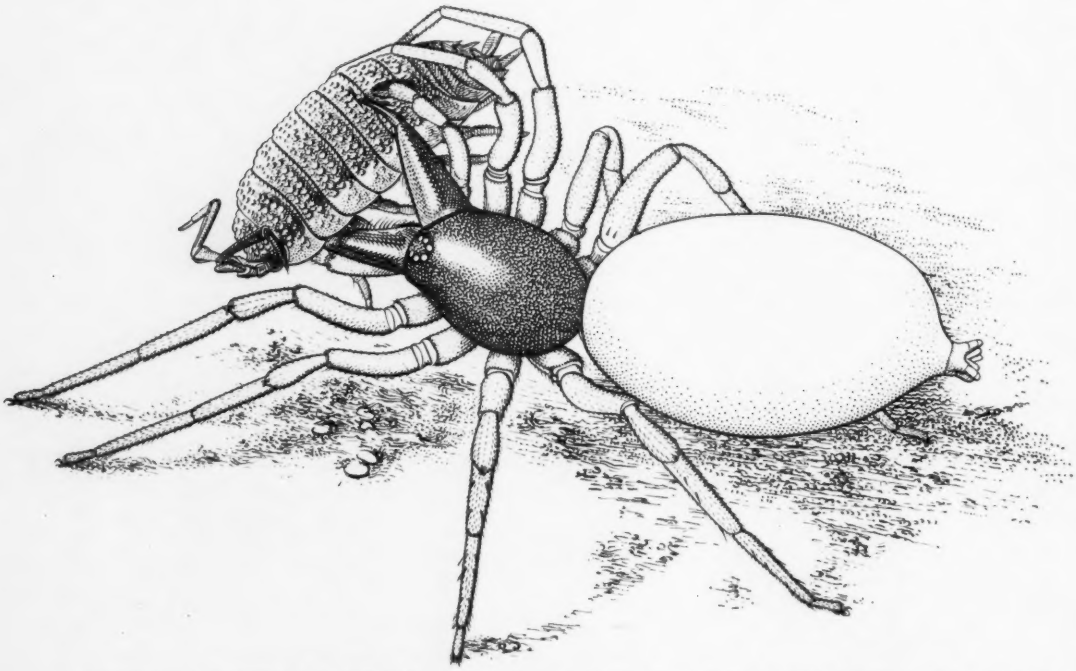


FIGURA 6 – *Aguijones largos de* Dysdera *adaptados especialmente para sujetar milpiés y atravesar su armadura.*

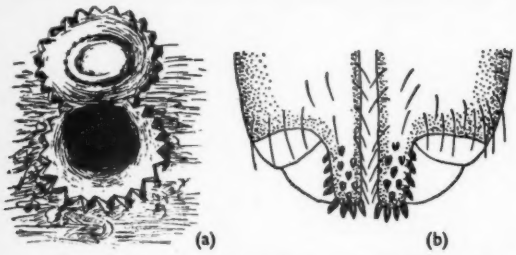


FIGURA 7 – (a) *Escotillón con muescas de una* Nemesia *no descrita, de Mallorca;* (b) *rastrillo sobre el segmento basal de los quelíceros de* Actinopus (*según J. Millot*).

órganos hilanderos cierra la última ranura (Fig. 4).

Variados son los modos en que intervienen los quelíceros en la construcción de bolsas para los huevos: ayudan a dar forma a estas bolsas o sacos, a aplicar lodo como refuerzo, a enlucir con lodo el exterior — como lo hace la *Agroeca* de las Islas Británicas — y a producir el efecto de tersura e impermeabilidad característico del género *Zelotes*. Nielsen [11] ha descrito cómo en este último caso el *Zelotes* retiene los granitos de arena, humedecidos con saliva, en sus quelíceros que frota luego rápidamente de atrás para adelante sobre la superficie desde el centro del saco a la circunferencia.

Emplean también los quelíceros para desgarrar y cortar los hilos de una red o tela vieja antes de tejer una nueva, o al asear la nueva, como, por ejemplo, en la construcción del aro central característico de la telaraña de la *Tetragnatha* y *Meta*. La necesidad de cortar los hilos o la tela ocurre también en otras ocasiones: podemos citar el caso de la apertura de un agujero en la telaraña como el medio más rápido de cazar un insecto que forcejea en el lado contrario de ella (*Tegenaria*), y abrir un punto de salida en una celdilla de seda apretada donde estuvo descansando la araña. Los aguijones desempeñan un gran papel en operaciones de esta naturaleza, pero parece que se ha pasado por alto la importancia de los dientes.

En el *Atypus* hay algo en especial interesante: el *Atypus* vive en un tubo cerrado de seda, y con sus largos aguijones pasando a través de la pared del tubo atraviesa los insectos. Enock describe [4, 5] el modo como la araña sujeta el insecto contra la pared del tubo y luego, después de algunos tirones, lo arrastra hacia dentro por un boquete en la pared del tubo, pero no pudo poner en claro el procedimiento de practicar el agujero. Una inspección de los dientes en el segmento basal, sin embargo, nos manifiesta el efecto del mordisco. Traza dos líneas débiles en la tela de seda, cada una con once o doce perforaciones muy juntas en donde los dientes han atravesado la pared del tubo. Mediante un tirón se juntan las perforaciones, dejando dos ranuras que conducen a los grandes orificios practicados por las bases anchas de los aguijones. Nuevos tirones y aserraduras completan una portezuela en la pared del tubo, por la que se puede arrastrar la presa.

Este dispositivo único de los dientes a manera de sierra lo encontramos en todas las *Atypidae*, y es claramente una adaptación asociada con su método de tubo cerrado para capturar las presas (Fig. 8).

Es espectáculo corriente ver una araña frotando el tarso y metatarso de sus patas en los quelíceros; durante la operación éstos tienen un movimiento como si estuvieran masticando. Sin duda alguna esta operación limpia las patas y también las reengrasa con un flúido de la boca. El grueso cepillo de cerdas que aparece en la mayoría de los segmentos basales juega un papel importante en estas operaciones.

El aparato productor del chirrido se ha desarrollado independientemente en varias familias diferentes de arañas. En algunas de ellas el aparato guarda relación con los quelíceros; en otras se

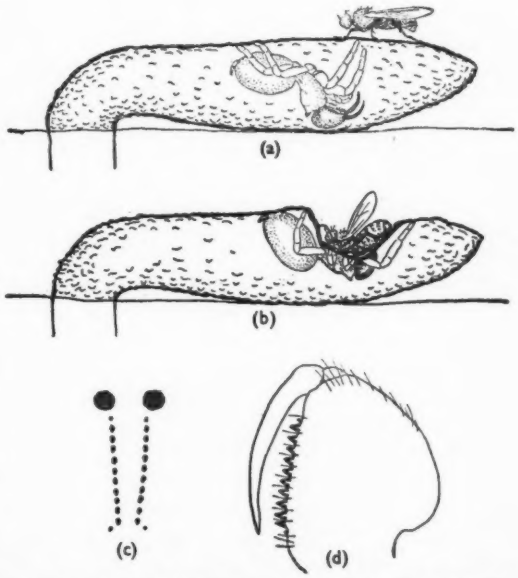


FIGURA 8 – (a) Atypus *a punto de atacar un insecto a través de la pared de su cerrado canuto de seda;* (b) *atrayendo y estrujando el insecto contra la pared. Esta acción da lugar a dos hileras de perforaciones* (c) *en la pared a causa de la disposición de los dientes en el segmento basal* (d). *Los tirones y la ayuda de un aguijón convierten en seguida las perforaciones en una ranura por la cual arrastra el insecto.*

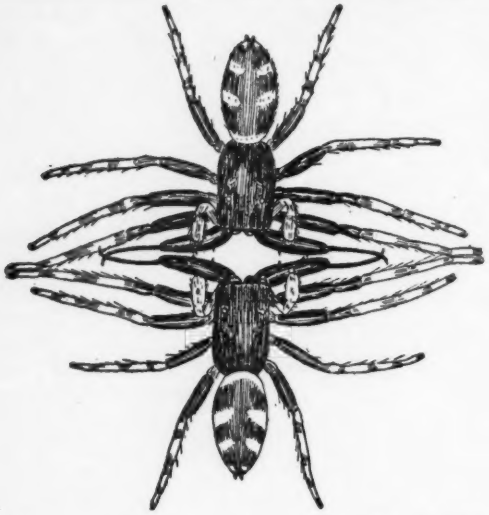


FIGURA 9 – *Lucha incruenta entre dos machos de* Salticus scenicus *Linn. en la que los largos quelíceros se abren lateralmente.*

encuentra situado entre el cefalotórax y el abdomen.

A veces los órganos chirriantes están presentes en ambos sexos, y los utilizan para dar la voz de alarma cuando un enemigo amenaza a la araña; en otros casos estos órganos los posee el macho solamente, pudiendo verse como los emplea en la época del celo. De esto no se deduce por necesidad que la hembra sea capaz de percibir sonidos — con toda probabilidad no es así — pero el frote de los dientes contra una lima, por ejemplo, produce vibraciones características que pueden transmitirse a lo largo de los hilillos de su tela.

Las arañas migalomorfas se encuentran en la primera categoría; las *Linyphiidae* y otras productoras de tela están en la segunda. La estructura detallada del aparato chirriador varía considerablemente en las diferentes familias, pero, cuando está relacionado con los quelíceros, el borde exterior de su segmento basal lleva una lima o espinas de forma especial, que producen sonidos o vibraciones imperceptibles por el oído humano, al frotar contra un diente o las espinas especiales del fémur palpal.

El exhibicionismo de los machos es habitual entre las arañas predatoras de larga vista (*Salticidae, Lycosidae*). Los machos han desarrollado muchos modos de ornamentación que, junto con las exhibiciones, sirven para hacer resaltar su identidad a sus hembras más poderosas. Una continuación de este exhibicionismo conduce a la sumisión de la hembra cuando en ella predominan los instintos sexuales sobre los rapaces [3]. Los adornos comprenden el alargamiento de los segmentos de las patas, contraste de colores y tonos, copetes y otras ornamentaciones, y todas, sean cuales fueren o donde quiera que estén colocadas, se exhiben cuidadosamente ante la hembra. Algunos saltícidos machos tienen quelíceros enormemente agrandados; son menos eficaces que los de tamaño normal, pero en el *Salticus scenicus* Linn. de las Islas Británicas son los únicos ornatos que no ostenta la hembra. Durante el exhibicionismo de la época del celo y durante las luchas incruentas entre dos machos, los segmentos basales se extienden un poco hacia fuera. En esta postura se hacen perceptibles a la hembra hacia la que el macho hace frente (Fig. 9).

Es típico del macho miope de las *Thomisidae*, que una vez que ha encontrado una hembra no se arriesga a perderla. El exhibicionismo entre las arañas cortas de vista de nada serviría, por esto el macho se apodera osadamente del fémur de una de sus patas delanteras y la retiene en tanto que no cesan los forcejeos de la hembra. No ocasiona daño alguno a la pata de dicha hembra, tal vez por carecer de dientes los quelíceros del macho.

Entre las *Agelenidae* las hembras se rinden a los machos y permanecen quietas después de una actividad recíproca de las patas. Muchos machos aprisionan la pata de la hembra y arrastran a ésta a una postura adecuada para la copulación. En algunas arañas los quelíceros de los machos están especialmente adaptados para retener los de las hembras con objeto de evitar las picaduras. Algunas especies de *Dictyna* tienen segmentos basales de 'pata arqueada'. Los quelíceros de las hembras encajan en este espacio y permanecen cerrados.

Los machos *Tetragnatha* poseen un fuerte acicate quitinoso que se proyecta hacia fuera

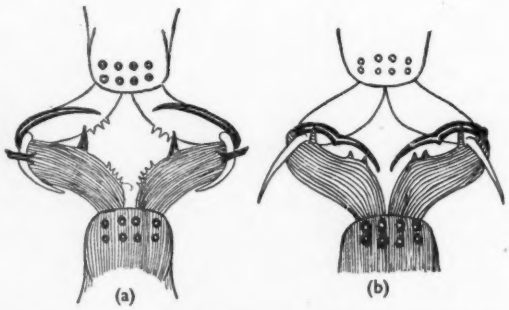


FIGURA 10 – (a) Tetragnatha *macho (sombreado) manteniendo abiertos los aguijones de la hembra con los dientes especiales de su segmento basal;* (b) Pachygnatha *macho maniatando los aguijones de la hembra.*

desde los segmentos basales de los quelíceros; al juntarse los dos sexos, la hembra abre los quelíceros como si fuera a picar y los del macho, actuando como una cuña, los mantienen abiertos por medio de sus acicates. La *Pachygnatha* es afín de *Tetragnatha* que, perdida su capacidad de tejer la tela, lleva una existencia vagabunda. Retiene así mismo los aguijones de la hembra al tiempo de la copulación, pero de un modo distinto. En medio de cada largo aguijón tiene un resalte sobre el lado interior y, opuesto a él, un largo diente sobre el segmento basal. Al juntarse, queda un pequeño espacio libre cerca de la base del aguijón. Los aguijones de la hembra quedan aprisionados en estos espacios como las muñecas de un hombre dentro de un par de manillas o grilletes (Fig. 10).

Muchas funciones prensoras corren a cargo de los quelíceros. Aprisionan a la víctima, por ejemplo, y las netas perforaciones en el interior de las puertas de escotillón de las arañas evidencian el modo como aquéllas se mantienen cerradas gracias a los aguijones (Fig. 7). Algunas arañas, *Pholcus* entre ellas, sostienen el saco ovárico en sus quelíceros hasta el momento de nacer la prole.

Las arañas no son los únicos arácnidos que eyaculan esperma y luego, como una operación independiente, lo transfieren al cuerpo de la hembra: a los quelíceros prensores de *Solifugae* y de ciertas *Acarinae* corresponde el trabajo de transferir el esperma; en las arañas esta operación se verifica por medio de los palpos. Los fólcidos son los únicos que retienen en sus quelíceros el esperma eyaculado, y absorbiéndolo lo pasan luego a los palpos. Otros arácnidos eyaculan el esperma en una pequeña red y sumergen en él los palpos. ¿No podrían, pues, los quelíceros de los fólcidos, sus costumbres y sus sencillos órganos sexuales, ser supervivencias primitivas?

Es interesante observar, estudiando los variados usos de los quelíceros, con cuanta frecuencia un diente, un acicate, una espina o una anormalidad insólitos nos llevan al conocimiento de algún objetivo para el cual se han adaptado. Sin embargo, se dan algunos casos de tamaño anormal en el macho que no parece responder en manera alguna a una finalidad provechosa: ¿Por qué, por ejemplo, los quelíceros de los machos de *Linyphia triangularis* Clerck y *Theridion ovatum* Clerck son mayores que los de sus hembras correspondientes? Lo más que sabemos es que las mismas arañas macho están sujetas a notables variaciones en el tamaño y que los quelíceros de los ejemplares grandes son relativamente mayores que los de los ejemplares pequeños. Locket [7, 8] ha examinado en varias especies este crecimiento alométrico de los quelíceros de un modo matemático, y cree que se trata de un caso frecuente en las arañas, como es también opinión nuestra. Esto se da ciertamente en algunos géneros de saltícidos, como *Myrmarachne*, en los que el tamaño de los quelíceros del macho en las especies grandes, adquiere proporciones casi fantásticas. Las especies son capaces de sobrevivir, siempre que tales anomalías no constituyan un grande impedimento.

Debemos mencionar que los quelíceros están provistos de órganos liriformes y gran variedad de tipos de pelos, cerdas y espinas, algunos de los cuales, con toda probabilidad, son sensoriales, pero cuya precisa función no está todavía plenamente dilucidada.

Los primitivos arácnidos poseyeron quelíceros prensores. Antes o durante el período Devoniano el dedo inmóvil de la pinza disminuye de tamaño en algunos arácnidos y se transforma en un largo diente, mientras que el dedo móvil pasa a ser un aguijón, como en el extinto *Trigonotarbi* Devoniano y en los órdenes que aun sobreviven de uropígidos, amblipígidos y araneidos. El largo diente del segmento basal de las arañas fólcidas se cree que es homólogo con el dedo inmóvil de los garfios prensores de los arácnidos primitivos. Muy al principio en la historia de los araneidos, en el período Carbonífero o mucho antes, se habían desarrollado dos tipos de quelíceros parecidos a los que encontramos hoy en día en los subórdenes *Mygalomorphae* y *Araneomorphae* respectivamente. Parece probable que, gracias a una torsión del segmento basal, los últimos provienen del primer tipo.

BIBLIOGRAFIA

[1] BRISTOWE, W. S. *Ann. Mag. nat. Hist.*, Ser. 10, **8**, 469, 1931.

[2] *Idem* (con un apéndice de J. Millot). *Proc. zool. Soc. Lond.*, 1015, 1932.

[3] *Idem. Ray Soc. Publ.*, I, 1, 1939; II, 229, 1941.

[4] ENOCK, F. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 389, 1885.

[5] *Idem. Ibid.*, 21, 1892.

[6] HIRST, S. *Ann. Mag. nat. Hist.*, Ser. 9, **12**, 455, 1923.

[7] LOCKET, G. H. *Ibid.*, Ser. 10, **9**, 407, 1932.

[8] LOCKET, G. H. y GARDINER, P. C. *Proc. zool. Soc. Lond.*, Ser. A, **107**, 487, 1938.

[9] MILLOT, J. *Bull. Soc. zool. Fr.*, 150, 1930.

[10] MONTEROSSO, B. *Arch. zool.* (*ital.*), *Napoli*, **12**, 63, 1928.

[11] NIELSEN, E. «The Biology of Spiders», 2 vols. Levin y Munksgaard, Copenhague. 1932.

[12] PETRUNKEVITCH, A. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.*, **37**, 69, 1949.

Revista de libros

AGRICULTURA

FAULKNER, Edward: *Soil Restoration.* 208 págs. Michael Joseph, Londres. 1953. 10s. 6d.

Bien dice el autor de este libro en su capítulo final que es muy posible que se plantee una diferencia de opiniones entre sus lectores y él, y que aquéllos le consideren un tanto esotérico; por lo general, nosotros estaríamos de acuerdo con sus lectores. El libro es un relato no poco desordenado de lo que su autor denomina un proceso para la restauración de una pequeña parcela de tierra, por un procedimiento largo y costoso, que se justifica, según se nos dice, por la obtención de un suelo libre de enfermedades y la alta calidad de la cosecha. La mayor parte de las teorías que se nos ofrecen distan mucho de ser originales, y de algunas de ellas poseemos pruebas científicas de que son erróneas. Mucho antes de que Mr. Faulkner escribiese su *Ploughman's Folly*, en donde ataca el sistema de arar los suelos, ya se sabía que, bajo determinadas circunstancias, hay otras formas de cultivo más eficaces que el arado; pero la experiencia práctica y los cuidadosos experimentos han demostrado que, en general, el arado realiza una función de gran utilidad. Todos conocemos el valor de los abonos compuestos, pero no es serio afirmar que se podría mantener el nivel actual de producción agrícola a base de los residuos de las cosechas anteriores, de abonos compuestos y de agua subterránea «cargada de minerales de todas clases». En este libro hay excesiva fantasía y poco realismo. W. G. OGG

BIBLIOGRAFIA

SMITH, W. A. y KENT, F. L. (Compiladores), asistidos por STRATTON, G. B.: *World List of Scientific Periodicals Published in the Years* 1900–1950. Tercera edición, 1058 págs. Butterworths Scientific Publications, Londres. 1952. £12 12s.

Esta edición de la Lista Mundial de Revistas Científicas contiene unos 14 000 nombres más que la publicada en 1934. El período de la guerra de 1939–45 fué de temporal eclipse para muchas revistas de abolengo en Europa, pero durante las postguerra muchas de ellas han vuelto a ver la luz, a veces bajo nueva forma. Por todo ello, la publicación de la presente lista es muy oportuna.

Los compiladores dicen que sólo recojen las revistas que tratan de las ciencias naturales, término que interpretan bastante liberalmente, ya que incluyen publicaciones como *Hunting, Camping and Fishing*, de Illinois, y *Vins de luxe exotiques*, de París, junto a las severas *Transacciones* de las sociedades científicas de todo el mundo. Y en efecto, la palabra «World» en el título está plenamente justificada, como demuestra la inclusión de *New Guinea Agricultural Gazette* de Rabaul, o *Grønlandsposten* de Godthaab, pruebas del enorme esfuerzo realizado para recojer toda la literatura periódica científica del mundo. Esta obra, por tanto, ha de ser de extraordinaria utilidad para todo investigador y bibliotecario en cualquier parte del planeta.

Su presentación sigue muy de cerca la de la segunda edición, y aunque se han evitado ahora cierto número de inconsistencias, quedan sin embargo algunas que irritan al lector: Esta Lista Mundial debe servir, y de hecho sirve, de modelo y guía a todo bibliógrafo para la abreviatura de los títulos de las revistas; pero a veces hay inconsistencias, como en la abreviatura de la palabra *Royal*, que a veces es *roy.* y otras *R.* Las revistas rusas conservan su título en el alfabeto cirílico, seguido en muchos casos de una transliteración. Sin embargo, en esos casos el orden alfabético usado se basa en el sistema «inglés» de transliteración cirílica; así, la Ж de Журнал se indica como equivalente de *Zh.* Mucho más útil hubiera sido desde un punto de vista internacional adoptar un método de transliteración internacionalmente reconocido. G. N. J. BECK

BIOGRAFIA

BAUMGARDT, Carola: *Johannes Kepler: Life and Letters.* Con una introducción de Albert Einstein. 209 págs. Victor Gollancz Limited, Londres. 1952. 12s. 6d.

Este interesante volumen comprende una corta biografía de Kepler, incluyéndose en su desarrollo la primera traducción en inglés de una selección de su correspondencia. La valoración de la obra científica de Kepler es el tema de la breve introducción de Einstein, mientras que la autora se ocupa ante todo por presentarnos al hombre, a Kepler en lucha contra las difíciles circunstancias de su vida y período, según se revela a través de su correspondencia.

Nacido prematuramente y siempre en precaria salud, medio ciego a causa de unas viruelas, mal pagado y aun a veces sin recibir nunca la paga en los diversos puestos que ocupó, manteniéndose cuando la necesidad apretaba con calendarios y predicciones, protestante y liberal en una época en que toda tolerancia era sospechosa, discípulo de las heréticas teorías de Copérnico, descubridor de las leyes de las mociones planetarias que han dado inmortalidad a su nombre, pero que en su tiempo a muy pocos interesaban, y perseguido en sus últimos años por la acusación de brujería proferida contra su madre, Kepler, según vemos en sus cartas, nunca desfalleció en su animoso corazón, ni en la sensibilidad de su inteligencia, ni en su fe en un Dios, fuente de todas las leyes físicas y morales del universo.

Libro éste bien escrito y ameno, que arroja mucha luz sobre la personalidad de Kepler, y que ha de ser por tanto de gran utilidad. D. MCKIE

BERTIN, L., BOURDIER, F., DECHAMBRE, E., FRANÇOIS, Y., GENET-VARCIN, E., HEILBRUN, G., HEIM, R., PELSENEER, J., y PIVETEAU, J.: *Buffon* (Compilado por R. HEIM). 246 págs., con ilustraciones a medio-tono. Publications Françaises, París. 1952. 900 Frs.

La compleja y notable personalidad de Buffon sólo podía ser presentada adecuadamente por un equipo de especialistas. F. Bourdier trata de los más importantes aspectos de la vida y obra de Buffon. En un capítulo lleno de sorpresas, L. Bertin estudia las numerosas actividades de Buffon. Y. François, en su capítulo titulado «Buffon y los jardines reales» describe la enorme tarea de Buffon al convertir dichos jardines en una institución científica de primer orden, tarea que significa uno de los motivos de la inmortalidad del gran naturalista. J. Piveteau analiza las nociones religiosas de Buffon y sus sucesivos ataques al problema del materialismo y espiritualismo. J. Pelseneer presenta a Buffon como metafísico y estudia una carta inédita de éste a Guyton de Morveau sobre la teoría del flogisto. Mme Genet-Varcin describe brevemente las ideas de Buffon sobre la generación de los seres vivos. E.

Dechambre elije como tema el artículo de Buffon sobre los perros en la *Histoire Naturelle*, presentándonos al gran experimentador como un antecesor de los modernos biólogos. Finalmente, el capítulo de Bourdier nos presenta al hombre a través de los retratos y de una serie de cartas inéditas. La bibliografía de las publicaciones de Buffon preparada por G. Heilbrun muestra el gradual desenvolvimiento de toda su doctrina.

Para la unificación de esta colección es necesario un sumario general, función que cumple aquí el prefacio de R. Heim, en el que se reunen todos los elementos esenciales del resto del libro formando un resumen magistral de la figura de Buffon y de su obra, sus ideas y su filosofía. De volumen tan admirable surge clara la figura del grande hombre, no bastante bien conocido hasta hoy, a pesar de la importancia de su contribución a nuestro conocimiento del mundo y sus misterios.

MAX VACHON

BIOLOGIA

WADDINGTON, C. H.: *The Epigenetics of Birds*. 272 págs., con ilustraciones a línea. Cambridge University Press, Londres. 1952. 35s.

El estudio de la herencia ha probado que el desarrollo del huevo fertilizado se halla determinado por su contenido, y el estudio de esta determinación es lo que el Profesor Waddington llama «Epigenética». Como principio, esta ciencia exige el conocimiento de la división entre núcleo y citoplasma dentro de la célula, la localización de las substancias y su difusión limitada y variable, y los consiguientes gradientes químicos intra e intercelulares. Más adelante se deben considerar el carácter genético de las derivaciones celulares y de las partículas infecciosas tanto en el desarrollo normal como en el tumoral. De momento, los puntos en disputa son el carácter inmunológico de los tejidos, las reacciones de los constituyentes celulares fijos y las hormonas difusoras, y la imitación de efectos genéticos por medio de tratamientos experimentales.

Dichas nociones dan una unidad inductiva al estudio del desarrollo en todos los animales y, hasta cierto punto, en las plantas. Pero son tan diversas las substancias y tan variadamente coordinados se hallan los procesos, que con toda probabilidad, hay lugar para estudios descriptivos detallados de ciertos aspectos de la técnica y de determinadas secciones de la literatura. El autor se ha esforzado por realizarlo así, limitándose a las aves y, más particularmente, a los recientes estudios sobre la manipulación del embrión del pollo. Sin embargo, esta rama ha resultado ser la más estéril de la embriología. Por lo tanto el resultado, aunque preparado concienzudamente, no es algo que podamos aclamar con entusiasmo. Por el contrario, nos lleva a preguntarnos si el término «Epigenética», con su sugerencia de principios genéticos fundamentales, no es prematuro y un tanto perturbador. Y llegamos a la conclusión de que el nombre, por sí sólo, no es suficiente, a pesar de nuestra mejor voluntad, para producir, evocar u organizar una ciencia.

C. D. DARLINGTON

BOTANICA

CROIZAT, Léon: *Manual of Phytogeography*. VIII + 587 págs., con 105 mapas de distribución botánica y 1 figura. Dr. W. Junk, La Haya. 1952. 45 florines.

Es de esperar que se incluya en toda obra que trate ampliamente de la geografía vegetal una declaración de sus principios básicos y de los métodos de trabajo, indicándose asimismo las nuevas concepciones e interpretaciones, de tal manera que no sólo puedan interesar al especialista sino también al lector general, ya que una característica esencial de esta rama de la botánica es su interés general y universal comprensibilidad. Digamos desde ahora que todo eso aparece en este interesantísimo libro. Su autor ha enfocado el tema con un amplio conocimiento de la taxonomía y de la botánica general y un marcado interés y curiosidad en la distribución espacial y temporal de las plantas, fenómeno éste de los más enigmáticos y sugerentes entre los que se le ofrecen al botánico. El autor manifiesta una decidida convicción en lo que se refiere a sus conclusiones y no oculta su desacuerdo con las doctrinas de otros.

La dispersión botánica no es un mecanismo tan simple como algunos han supuesto; en realidad, algunas especies no poseen agentes de diseminación, lo que no ha impedido su amplia distribución, siendo, en efecto, autodiseminantes desde ciertos centros de origen. Este tipo de problema fué lo que despertó el interés del autor, quien ha buscado su explicación científica reuniendo datos de centenares de diferentes grupos y familias. Los resultados de tan monumental tarea aparecen aquí recogidos en más de 300 páginas de datos taxonómicos y geográficos, ilustrados por numerosos mapas.

El autor tiene plena conciencia de la magnitud y dificultades de dicha labor y ha rodeado su posición de toda clase de salvaguardias; sin embargo, la suya es una contribución notable al tema central de estudio de su obra, que procura «presentar un cuadro global de la diseminación vegetal en el tiempo y en el espacio». Los datos básicos son los registros de la distribución vegetal y de las relaciones taxonómicas, de los que pueden deducirse importantes generalizaciones sobre las migraciones vegetales. El enfoque de Croizat es simple pero conduce a reconstrucciones de gran imaginación y alcance, cuya validez o invalidez resultará evidente con las sucesivas investigaciones. En esta obra ocupa un lugar central el concepto de «genoreitrón»: esto es, que ciertas «corrientes de vida vegetal cargadas de un potencial evolutivo» producen variedades, especies y géneros a lo largo de su ruta de diseminación, constituyendo todo ese conjunto un proceso biológico ordenado. En opinión del autor, la fitogeografía no trata sólo de la diseminación vegetal sino también de la evolución de las plantas durante dicho proceso.

Brevemente, el autor concluye que la gran flora angiospérmica contemporánea se originó en el continente pre-cretáceo de Gondwana (que ocupaba casi enteramente el moderno Océano Indico), de donde se extendió a las tres grandes masas continentales actuales. Las migraciones vegetales son «ordenadas, precisas y repetitivas» y han tenido lugar a partir de centros de dispersión que se hallaban en una masa continental meridional unificada. Sólo los investigadores futuros podrán decidir si estas hipótesis son acertadas; pero, mientras tanto, nosotros podemos recomendar este libro, imaginativo y vigoroso, como una exposición clara y amena de los problemas esenciales en este estudio.

C. W. WARDLAW

INGOLD, C. T.: *Dispersal in Fungi*. 197 págs., con ilustraciones a línea y mediotono. Clarendon Press, Oxford. 1953. 18s.

En el anterior libro del Profesor Ingold (*Spore Discharge in Land Plants*, 1939) casi la mitad del texto trataba de los hongos. Esa sección, ahora corregida

y aumentada, forma un estudio completo de la dispersión de las esporas de los hongos.

La liberación de las esporas está estudiada en un capítulo de 80 páginas, el cual comprende un estudio detallado de las superficies esporóforas y del funcionamiento de los diversos mecanismos de expulsión de las esporas. El máximo interés reside en el de expulsión ascospórica, pero también se incluyen descripciones del mecanismo de disparo del Igen. *Basidiobolus*, la «catapulta» de *Sphaerobolus*, y otras formas de liberación esporal más comunes halladas en los *Phycomycetes* y *Basidiomycetes*.

La continuación del proceso de dispersión ocupa los capítulos siguientes, que tratan de la distribución de las esporas en el aire, su dispersión por los insectos y otros animales, los hongos transmitidos por la fruta, y la dispersión acuática. Este último capítulo contiene un breve pero fascinante estudio de los más recientes trabajos del autor sobre los hongos acuáticos. El libro contiene una excelente y reciente bibliografía de 142 títulos, y el texto va completado con ocho planchas y 90 figuras a línea, la mayoría de ellas inéditas. R. W. MARSH

FILOSOFIA

COULSON, C. A.: *Christianity in an Age of Science* (Conferencias de la Fundación Riddell). 53 págs. Oxford University Press, Londres. 1953. 5s.

El Profesor Coulson se pregunta qué posición debe ocupar la religión en una época científica: y responde estudiando la manera en que un hombre de ciencia enfoca el problema total de la realidad y la verdad, que, en su opinión, sirve también de enfoque natural a la religión. Para un científico, sus experiencias son un elemento primario y sus concepciones científicas (electrones, genes, etc.) son el resultado de su esfuerzo por relacionar entre sí dichas experiencias, formando con ellas un conjunto ordenado y satisfactorio. Sin embargo, el científico no es el único orden posible; hay otros que producen resultados de coordinación tan satisfactorios. Así, cuando alguien afirma que «el concepto de un Dios personal me permite relacionar entre sí la mayoría de mis más profundas experiencias», dicha actitud es idéntica a la del científico. El proceso que nos conduce a nuestra fe en Dios tiene el mismo carácter que el que nos conduce a la creencia en la existencia de la mente de nuestros semejantes. Partiendo de dicha posición, el autor desarrolla una doctrina de la coherencia de toda realidad, en la que Dios es el principio integrador dentro de cuyo ser las leyes científicas, las creaciones artísticas y las experiencias personales de carácter religioso son diferentes facetas de una misma cosa.

EDMUND WHITTAKER

FISICA

LYTTLETON, R. A.: *The Stability of Rotating Liquid Masses*. 151 págs., con ilustraciones a línea. Cambridge University Press, Londres. 1953. 35s.

En 1687 Newton explicaba la precesión atribuyéndola a la atracción del Sol y la Luna sobre la protuberancia ecuatorial de la Tierra, considerada como un esferoide obleado, y medio siglo más tarde Maclaurin probaba que dicha forma es posible como figura de equilibrio de una masa líquida en rotación. El tema científico así iniciado ha experimentado un gran desarrollo durante los últimos 200 años. Jacobi demostró que un elipsoide de tres ejes desiguales es también una posible forma de equilibrio, y Sir George Darwin estudió las figuras «en forma de pera», mientras que Poincaré, seguido luego especialmente por Jeans, examinó la estabilidad de las formas conocidas. Todas esas investigaciones parecían indicar que un líquido en rotación puede finalmente dividirse en dos porciones separadas en moción orbital mutua, lo que sugería una explicación del origen de las estrellas binarias: teoría ésta desarrollada por Jeans en sus libros sobre cosmogonía en 1919 y 1929.

El principal problema que preocupa a Lyttleton es éste de la evolución de las masas líquidas gravitantes, y la mayor importancia de su obra estriba en la demostración que ofrece de que las pruebas de carácter dinámico se oponen al proceso de fisión. El último capítulo contiene un interesante estudio de ciertas doctrinas sobre el origen de planetas y satélites.

EDMUND WHITTAKER

MEDICINA

BROWNING, Ethel: *Toxicity of Industrial Organic Solvents*. Edición revisada. 411 págs. Her Majesty's Stationery Office, Londres. 1953. 35s.

La primera edición de este libro (1937) sirvió para señalar a muchos investigadores de muy distintas ramas, y en especial a los de la ingeniería industrial, los peligros potenciales que encierran los solventes. Dicha edición, agotada rápidamente, ha tardado quince años en ser reemplazada por la que ahora revistamos. Por ello, nuestra primera reacción es criticar el largo lapso, demasiado largo para una obra de tanta importancia. Pero en cuanto abrimos sus páginas nos damos cuenta de la gran tarea llevada a cabo para poner la obra al día, y del extenso número de publicaciones que la autora ha tenido de examinar. En este breve espacio no podemos hacer justicia a tan laudable tarea; bástenos decir que ésta es una obra de necesaria consulta para todos los que se ocupen de los problemas de higiene industrial y del uso de solventes en todo proceso de manufactura.

Cada monografía sobre un solvente determinado contiene las constantes físicas esenciales del mismo, sus usos, toxicidad (aguda y crónica) respecto a hombres y animales, concentración permisible en al aire y determinación de la misma, y los efectos patológicos sobre los tejidos del cuerpo.

Nos parece evidente que esta obra ha de ser muy valiosa para la determinación de las condiciones higiénicas en las fábricas, ya que con ella se pueden percibir los efectos tóxicos antes de que produzcan serias enfermedades y aún la muerte. El libro está magníficamente documentado, conteniendo en 42 de sus páginas una lista de más de 1500 referencias. G. ROCHE LYNCH

ECCLES, J. C.: *The Neurophysiological Basis of Mind*. 314 págs., con ilustraciones a línea. Oxford University Press, Londres. 1953. 25s.

Este libro, que recoje ocho conferencias pronunciadas por su autor en 1952 en el *Magdalen College* (Oxford), es de extraordinario interés. Su propósito era, como el título indica, hallar una huella que pudiera ayudarnos en la búsqueda del perdido eslabón que enlace la actividad cerebral, tal como ésta se interpreta en la actualidad por la moderna técnica fisiológica, con las actividades que llamamos «intelectuales», de las que tenemos un conocimiento directo, independiente de todo otro medio sensorial. Cada día hay más pruebas de la íntima dependencia entre esos procesos mentales y la integridad funcional del cerebro, con sus extraordinariamente complicados mecanismos de excitación e inhibición por medio de incalculable número de

sinapses. El significado de esta íntima relación entre dos cadenas de acontecimientos que parecen ser totalmente diferentes puede resultar, tanto para el fisiólogo como para el filósofo, el misterio último que habrá que explorar; pero hasta ahora, los más grandes discípulos de ambas disciplinas no parecen haber hallado indicio alguno que nos aproxime a su solución. Algunos quizás se contenten con dudar de la capacidad de la mente humana para desenredar la casi infinita complejidad de los fenómenos físicos que tienen lugar en el cerebro y de los que dependen íntimamente las actividades intelectuales, resultándole por tanto imposible a dicha mente liberarse de los ilusorios conceptos de espontaneidad, volición y libre albedrío. Cuando observamos los movimientos de una ameba, nos resulta difícil no considerarlos «voluntarios», aunque, al mismo tiempo, no vacilemos en darles una interpretación materialista y determinista. Ni nosotros podemos desenredar esa cadena, ni mucho menos esperamos que la ameba sepa hacerlo.

El Profesor Eccles, sin embargo, no es de los que retroceden ante tal misterio. Por el contrario, comienza preparando a su auditorio «magdaleniense» estableciendo como base firme un complejo panorama de los más recientes estudios analíticos de la fisiología del sistema nervioso, incluyendo una descripción en líneas generales de las principales características de su anatomía. Destinados a un público no especialista, los capítulos que reseñan las siete primeras conferencias quizás parezcan un tanto recargados de detalles; pero un fisiólogo los considerará como un notable *tour de force*, y admirará el talento de Eccles al defender ahora (en los capítulos III y IV en particular) una doctrina que hasta su reciente conversión le parecía errónea. El autor mismo, compadecido del lector *dilettante*, sugiere que éste, en su lectura, se salte gran parte de los capítulos destinados meramente a los problemas fisiológicos, a fin de llegar más rápidamente al capítulo VIII, donde se encuentra el meollo del problema que le preocupa: la relación entre cerebro y mente.

Y ¿puede el lector esperar que Eccles se aproxime más a una solución del mismo que sus distinguidos predecesores fueron capaces de hacerlo? Honradamente, no. «La hipótesis neurofisiológica — nos dice el autor (pág. 277) — afirma que la «voluntad» modifica la actividad espacio-temporal de la red neuronal forzando «campos de influencia» espacio-temporales que llegan a ser efectivos por medio de esta función detectora única de la corteza cerebral activa». Y uno no puede por menos de sospechar que la mente del lector hubiera debido quedar un tanto confusa y paralizada por el lujo de las exposiciones técnicas de los capítulos precedentes antes de que pudiera resultar satisfecha por una afirmación tal. Sin embargo, Eccles no se asusta de las consecuencias de lo que parece ser el simple significado de tan imponente afirmación. Sabemos que la mente depende, en cierto modo, de una serie de fenómenos materiales que podemos observar con creciente exactitud en el cerebro; pero para comprender eso sólo necesitamos suponer, según parece, que la mente puede forzar «campos de influencia» espacio-temporales (signifique esto lo que signifique) sobre los sucesos materiales. Y como prueba de la admisibilidad de tal afirmación, Eccles cita los ya bien conocidos experimentos estadísticos de la «influencia psicocinética» de la mente sobre las tiradas de dados.

¿Qué hay de convincente en todo esto? Para nosotros, muy poco. Pero toda persona interesada en tales problemas hallará de gran utilidad la magnífica recopilación de datos fisiológicos que presenta el Profesor Eccles, y no dejará de admirar el valor y espíritu de independencia con que hace frente a un problema tan peliagudo.

H. H. DALE

QUIMICA

JACOBSON, C. A., HAMPEL, C. A. y WEAVER, E. C. (Compiladores): *Encyclopedia of Chemical Reactions*. Vol. V. 787 págs. Reinhold Publishing Corporation, Nueva York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1953. 120s.

El presente volumen de esta serie trata de los elementos, en orden alfabético, desde el níquel al rutenio. El texto consiste de una presentación de las reacciones, acompañadas de ecuaciones químicas y de referencias a la literatura original. Por ejemplo, en el caso del carbonato de níquel, se repite la formula $NiCO_3$ como encabezamiento y debajo aparece el símbolo de cada reactivo; en algunos casos se incluyen detalles del proceso de la reacción. También aparece una lista de los reagentes y de las substancias obtenidas. El volumen ha sido compilado de una extensa literatura por 118 resumidores; está muy bien impreso, lleva buen papel y encuadernación.

Muchas de las reacciones que contiene son ya bien conocidas, pero en la mayoría de los casos se han recojido detalles de las más recientes publicaciones referentes a una determinada reacción, lo que implica la corrección de todo error posible en publicaciones anteriores. En algunos casos, los datos contenidos, aunque breves, son suficientes para una preparación. En otros casos, las reacciones son de interés para los análisis químicos, indicándose entonces los procedimientos que deben usarse en las pruebas.

Es evidente que esta obra no se propone desterrar los existentes tratados de química inorgánica, sino presentar en forma compacta un conjunto de datos de interés inmediato en un laboratorio, objeto que parece cumplir muy adecuadamente. Todo lector puede hallar en estos volúmenes ciertos detalles que se presten a la crítica, pero en su conjunto forman un instrumento de reconocida utilidad, pues, en un laboratorio, pueden evitar la necesidad de buscar determinados datos en publicaciones mucho más voluminosas. Nosotros hemos hallado un gran número de reacciones que nos eran desconocidas, y aun insospechadas; en efecto, el amplio terreno que cubre esta obra hace que tenga un indudable interés para el especialista. Jacobson ha fallecido antes de ver publicada la obra, pero sus colaboradores se han comprometido a continuar la publicación de la serie, que, a nuestro parecer, ha de tener indudable utilidad como obra de consulta en todo laboratorio.

J. R. PARTINGTON

POLLARD, F. H. y MCOMIE, J. F. W.: *Chromatographic Methods of Inorganic Analysis*. VIII + 192 págs., con ilustraciones a línea y medio-tono y portada en color. Butterworths Scientific Publications, Londres. 1953. 30s.

BRIMLEY, R. C. y BARRETT, F. C.: *Practical Chromatography*. 128 págs., con ilustraciones a línea y medio-tono. Chapman and Hall Limited, Londres. 1953. 15s.

La gran amplitud alcanzada por los métodos cromatográficos se revela en la extraordinaria cantidad de trabajos publicados, tan numerosos que no pueden menos de asustar al principiante y embarazar al especialista. Se siente por tanto la necesidad de libros, críticos y concisos, que reduzcan dicho tema a proporciones más manejables.

Como indicación del desarrollo de

esta rama tenemos el dato de que los libros más avanzados no tratan del conjunto todo de estos estudios sino de sus diversas subdivisiones, tales como la cromatografía de partición o de intercambio iónico, en las que los autores poseen especial conocimiento. Una de estas divisiones desarrollada con gran rapidez recientemente es la de la cromatografía inorgánica que, aunque iniciada por Runge hace más de cien años, sólo en la última década ha sido explorada intensa y provechosamente. Entre los diversos centros donde se ha investigado a fondo dicho tema, Bristol es el más notable, y por eso un libro de dos de sus principales investigadores es un acontecimiento muy laudable. Su *Chromatographic Methods of Inorganic Analysis* presenta con claridad y concisión todo lo que uno espera hallar en un volumen de dicho título. Su enfoque es esencialmente práctico, aunque contiene capítulos que tratan de la historia y principios de la cromatografía. Los autores nos hacen comprender en todo momento las dificultades con que se han enfrentado, las soluciones dadas mediante una técnica simple, haciéndonos receptores de las enseñanzas que ellos han derivado de tales esfuerzos. Este es un libro que podemos cordialmente recomendar a todos los investigadores de esta rama.

Como su título indica, *Practical Chromatography* es un manual práctico para uso en el laboratorio. Y, como es natural, sus partes mejores son aquellas que tratan de temas en los que se han especializado sus autores, lo cual tiende a dar cierto desequilibrio a la obra. Así, el tratamiento de la cromatografía a fase revertida es demasiado breve, aun teniendo en cuenta la novedad de este tema. Por otra parte, el excelente estudio de la cromatografía de gases señala adecuadamente a nuestra atención un tema que aun no ha sido explorado debidamente. En la obra no se olvida nunca el aspecto práctico y el lector recibe continuos consejos sobre la técnica y los aparatos a usar.

TREVOR I. WILLIAMS

RADLEY, J. A.: *Starch and its Derivatives*. Vol. I, 3ª edición. 510 págs., con ilustraciones a línea y medio-tono. Chapman and Hall, Limited, Londres. 1953. 65s.

Este volumen constituye una total revisión de la 2ª edición (1943) y recoje numerosos datos nuevos. El autor ha conseguido la ayuda de nueve conocidos especialistas en la química de los hidratos de carbono, con lo que el libro gana aún más en autoridad. S. Peat ha preparado un capítulo sobre la función biológica del almidón, y los Drs. L. Hough y J. K. N. Jones un excelente estudio de los fundamentos químicos de la estructura de los componentes del almidón.

De especial interés es la colaboración de los químicos americanos, que tratan de las fracciones del almidón, los cereales y almidones cerosos que se colorean de rojo con el yodo, las dextrinas y la dextrinización, y los ésteres y éteres del almidón.

Los capítulos posteriores tratan de las amilasas. Después del estudio del problema general, Radley describe la preparación de las enzimas usadas en la industria del almidón, y la acción de las amilasas α y β sobre el mismo.

El libro trata los diversos enfoques del problema del almidón, por lo que ha de presentar interés tanto a los químicos teóricos como a los industriales. Contiene numerosas referencias a la literatura, cuidadosamente seleccionadas. A pesar de la colaboración de diversos autores, la obra tiene coherencia; se halla asimismo libre de errores tipográficos, aunque la terminología de los cereales no es siempre exacta.

E. E. TURNER

WISE, L. E. y JAHN, E. C. (Compiladores): *Wood Chemistry*. (2ª edición) 2 vols. 1277 págs. + índices; con ilustraciones a línea y medio-tono Reinhold Publishing Corporation, Nueva York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 120s. cada volumen.

Todos los utilizadores de la madera, bien sea como materia prima de una industria química o para la construcción, sienten la creciente necesidad de un conocimiento adecuado de los problemas químicos de dicha materia. Poco después de su aparición en 1944 en la serie de monografías de la *American Chemical Society*, la presente obra fué reconocida por todos como un texto clásico en este tema. Los progresos realizados durante los últimos años han hecho necesaria una segunda edición de esta monografía, que ahora ocupa dos volúmenes.

Aparece pues cuidadosamente revisada, con muchos de sus capítulos — todos ellos preparados por competentes especialistas — notablemente aumentados o por completo renovados por un autor diferente para ponerlos al día. En otros aspectos de este estudio se han introducido capítulos enteramente nuevos. El Volumen I trata de la química fundamental de la madera e incluye un estudio muy completo de los problemas químicos de sus principales componentes, la celulosa, las hemicelulosas y la lignina, y de los componentes secundarios. Esta última sección contiene un estudio único y muy valioso de una gran gama de compuestos orgánicos hallados entre los componentes no ordinarios de la madera.

El Volumen II trata de las aplicaciones de estos conocimientos, entre los que no sólo se incluyen las diferentes ramas de la industria química de la madera, sino también un estudio de las propiedades superficiales de las substancias celulósicas, la descomposición de la madera por los microorganismos, y el análisis químico de la madera. Todas las características más notables de la 1ª edición se conservan en ésta, mejoradas muchas veces. Pero entre las nuevas contribuciones quizás las más notables sean un capítulo de H. Erdtman sobre la relación entre los componentes no ordinarios de la madera de las coníferas y su taxonomía, y una reseña magistral de W. G. Campbell sobre la descomposición biológica de la madera, la cual contiene muchos datos que no se habían reunido nunca antes.

Toda la producción de esta obra alcanza un alto nivel, hallándose esta monografía muy bien documentada. Contiene un índice de materias, pero no de autores.

R. H. FARMER

ZOOLOGIA

RICKETTS, E. F. y CALVIN, J.: *Between Pacific Tides*. (3ª edición, revisada por JOEL W. HEDGPETH.) XIV + 502 págs., con 134 figuras y numerosas planchas. Stanford University Press, California; Geoffrey Cumberlege, Londres. 1953. 48s.

Es un placer revistar este libro, único en la historia de las publicaciones biológicas. Es el primero de carácter popular que describe la zonación intermareal a lo largo de la costa pacífica de los Estados Unidos y la distribución e historia natural de los animales con ella relacionados. Desde su aparición en 1939 este libro ha tenido un gran éxito, y, a pesar de su carácter popular, es indispensable para los biólogos y estudiantes de biología. En esta edición, el revisor presenta secciones adicionales muy interesantes sobre las algas marinas y el problema general de la zonación intermareal.

T. A. STEPHENSON

Libros recibidos

(*Nota.* La mención de un libro en esta sección no excluye su futura revista.)

ASTRONAUTICA

CLEATOR, P. E.: *Into Space.* 159 págs. George Allen and Unwin Limited, Londres. 1953. 15s.

BIOLOGIA

DARLINGTON, C. D.: *The Facts of Life.* 467 págs. George Allen and Unwin Limited, Londres. 1953. 35s.

DAWES, Ben: *A Hundred Years of Biology.* 429 págs. Gerald Duckworth and Company Limited, Londres. 1953. 30s.

EPHRUSSI, Boris: *Nucleo-Cytoplasmic Relations in Micro-Organisms.* VIII + 127 págs. Oxford University Press, Londres. 1953. 18s.

FOGG, G. E.: *The Metabolism of Algae.* 149 págs. Methuen and Company Limited. 1953. 8s. 6d.

Kosmos-Lexikon der Naturwissenschaften, A–K. 1591 págs. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart. 1953. Enc. hilo DM. 29,50; Enc. piel DM. 36.

PIVETEAU, Jean (Compilador): *Traité de Paléontologie,* Vol. III. 1064 págs. Masson et Cie., París. 1953. En rústica, Frs. 9600; en pasta, Frs. 10 320.

SÉGAL, J.: *Le Mécanisme de la Vision des Couleurs.* 347 págs. G. Doin et Cie., París. 1953. Frs. 3000.

BIOQUIMICA

FENTON, J. S. y SIMMONDS, S.: *General Biochemistry.* XII + 940 págs. Chapman and Hall Limited, Londres. 1953. 80s.

WILLIAMS, R. T. (Compilador): *Biological Transformations of Starch and Cellulose.* 84 págs. Biochemical Society Symposia No. 11. Cambridge University Press, Londres. 1953. 10s. 6d.

CIENCIA GENERAL

BUOGO, Giulio: *Preservazione e Conservazione degli Alimenti.* 221 págs. Editori-Carlucci, Bari. 1953. 1800 liras.

VON FOERSTER, Heinz (Compilador): *Cybernetics.* Transactions of the Ninth Conference, 20–21 marzo 1952. 184 págs. Josiah Macy Jr. Foundation, Nueva York. $4.

FISICA

BLEULER, E. y GOLDSMITH, G. J. *Experimental Nucleonics.* 393 págs. Sir Isaac Pitman and Sons Limited, Londres. 1953. 30s.

SWANSON, Howard E. y TATGE, Eleanor (Vol. I): SWANSON, Howard E. y FUYAT, Ruth K. (Vol. II): *Standard X-ray Diffraction Powder Patterns.* 95 y 65 págs. respectivamente. U.S. Government Printing Office, Washington. 1953. 45 centavos cada volumen.

WHITTAKER, Sir Edmund: *History of the Theories of Aether and Electricity—The Modern Theories* 1900–1926. 319 págs. Thomas Nelson and Sons, Edimburgo. 1953. 32s. 6d.

GEOLOGIA

CAROZZI, Albert: *Pétrographie des Roches Sédimentaires.* 250 págs. F. Rouge et Cie., Lausana. 1953. Frs. suizas 23,40.

KUBIËNA, W. L.: *The Soils of Europe.* 317 págs. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid; Thomas Murby and Company, Londres. 1953. 75s.

RODOLICO, Francesco: *Le Pietre delle Città d'Italia.* 475 págs. Le Monnier, Florencia. 1953. 5000 liras.

STEPHENS, C. G. *A Manual of Australian Soils.* 48 págs. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia. Melbourne. 1953. 25s.

HISTORIA DE LA CIENCIA

VON DECHEND, Herta: *Justus von Liebig.* 141 págs. Verlag Chemie GmbH., Weinheim. 1953. DM. 8,40.

FREDERICQ, Léon: *Un Pionnier de la Physiologie.* 232 págs. Masson et Cie., París. 1953. Frs. 1345.

MORTON, Friedrich: *Hallstatt und die Hallstattzeit.* 122 págs. Verlag des Musealvereines, Hallstatt. 1953. 25 chelines austríacos.

QUIMICA

ADAMS, Roger (Redactor-jefe): *Organic Reactions,* Vol. VII. 440 págs. John Wiley and Sons Inc., Nueva York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1953. 72s.

BUOGO, Giulio: *Analisi Fisico-Chimiche.* Segunda edición revisada. 302 págs. Sansoni Edizioni Scientifiche, Florencia. 1953. 2500 liras.

COOK, J. W. (Compilador): *Progress in Organic Chemistry,* Vol. II. 212 págs. Butterworth's Scientific Publications, Londres. 1953. 42s.

DUNLOP, A. P. y PETERS, F. N.: *The Furans.* 867 págs. Reinhold Publishing Corporation, Nueva York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1953. 144s.

GILMAN, Henry: *Organic Chemistry,* Vols. III y IV. 580 + XXXVIII y 665 + XXXVIII págs. John Wiley and Sons Inc., Nueva York; Chapman and Hall Limited, Londres. 70s. cada volumen.

INGOLD, C. K.: *Structure and Mechanism in Organic Chemistry.* 828 págs. G. Bell and Sons Limited, Londres. 1953. 77s. 6d.

PASCAL, Paul: *Notions Elémentaires de Chimie Générale à la Lumière des Théories Modernes.* 550 págs. Masson et Cie., París. 1953. Frs. 3600.

WALKER, J. Frederic: *Formaldehyde.* 2ª edición. 575 págs. Reinhold Publishing Corporation, Nueva York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1953. 96s.

TECNOLOGIA

AGGER, L. T.: *Principles of Electronics.* 340 págs. Macmillan and Company Limited, Londres. 1953. 18s.

Un Demi Siècle de Progrès dans les Travaux Publics et le Bâtiment, 1903–1953. 211 + CXCI págs. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment, París. 1953. Frs. 1400.

DIRINGER, David: *The Hand Produced Book.* 603 págs. Hutchinson's Scientific and Technical Publications, Londres. 1953. 60s.

Reviews of Petroleum Technology 1951. 360 + VIII págs. Institute of Petroleum, Londres. 1953. 50s.

ZOOLOGIA

GONZALEZ-RINCONES, Rafael y GUYON, Luisa: *Clasificación General de los Dipteros.* 243 págs. Universidad Central de Venezuela, Caracas. 1953. 15 bolívares.

GRAY, James: *How Animals Move.* 144 págs. Cambridge University Press, Londres. 1953. 16s.

PALOMBI, Arturo y SANTARELLI, Mario: *Gli Animali Commestibili dei Mari d'Italia.* 349 págs. Ulrico Hoepli, Milán. 1953. 3800 liras.

RIBBAND, Ronald: *The Behaviour and Social Life of Honeybees.* 352 págs. Bee Research Association Limited, Londres. 1953. 21s.

Notas sobre los colaboradores

W. F. LIBBY

Nacido en 1908 en Colorado, U.S.A., y graduado en la Universidad de California. En 1945 fué nombrado Catedrático de Química del Instituto de Estudios Nucleares de la Universidad de Chicago. Pertenece desde 1950 al Comité Consultivo General de la Comisión de la Energía Atómica de los Estados Unidos.

A. ARMITAGE

Nació en 1902 y estudió en la Universidad de Londres, graduándose en astronomía. Desde 1927 forma parte del personal docente del Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia de dicha universidad. Es autor de *Copernicus, the Founder of Modern Astronomy* (1938); *Sun Stand Thou Still* (1947); *Copernicus and the Reformation of Astronomy* (1950), y *A Century of Astronomy* (1950). Miembro y Consejero de la *Royal Astronomical Society* y de la *British Society for the History of Science.*

R. DOHRN

Nacido en Nápoles en 1880 y educado en Munich. Estudió zoología en las Universidades de Leipzig y Marburg, graduándose en 1904. En 1905 fué nombrado profesor auxiliar de la Estación Zoológica de Nápoles, y a la muerte del fundador de ésta, Anton Dohrn, en 1909 pasó a ser su Director.

D. TABOR

Nació en Londres en 1913 y estudió en el *Regent Street Polytechnic* y el *Royal College of Science* de Londres. Tras un período de investigaciones sobre la difracción electrónica bajo Sir George Thomson pasó a colaborar con el Dr. F. P. Bowden en los trabajos sobre los problemas de la física de las superficies, sobre los que ha realizado numerosos estudios experimentales en Cambridge y en Australia. En la actualidad es Subdirector del Laboratorio de Investigaciones sobre la Física y Química de las Superficies, Cambridge.

C. H. BEALE

Nacido en Londres en 1913. Se graduó en botánica en el *Royal College of Science* en 1935, trabajando luego sobre genética vegetal en la *John Innes Horticultural Institution* hasta 1940. En 1946–7 realizó investigaciones sobre genética bacteriana en la *Carnegie Institution,* Cold Spring Harbor, Nueva York. Desde 1948 es profesor en el Instituto de Genética Animal de la Universidad de Edimburgo.

K. PRZIBRAM

Nació en Viena en 1878 y estudió allí y en Graz, graduándose en 1901. En 1902–3 realizó investigaciones bajo la dirección de J. J. Thomson en el *Cavendish Laboratory* de Cambridge. Regresó a Viena en 1905 donde fué sucesivamente profesor de física, auxiliar en el *Institut für Radiumforschung* (1920) y Catedrático extraordinario (1927). Fué destituído por los Nazis en 1938, emigrando a Bruselas en 1940. Regresó a Viena en 1946 como Jefe del Instituto de Física de la Universidad, retirándose como *Professor Emeritus* en 1951. Es miembro de la Academia Austríaca de Ciencias. Ha publicado numerosos trabajos, principalmente sobre descargas gaseosas, el movimiento browniano y el color y luminiscencia de los cristales.

W. S. BRISTOWE

Nació en 1901 y estudió en Cambridge. Participó en las expediciones universitarias al Artico y al Brasil, realizando después de egresar de la universidad extensas investigaciones sobre las arañas. En la actualidad es Jefe del Departamento Central del Personal de *Imperial Chemical Industries Limited.* Su principal publicación es *The Comity of Spiders* (Ray Society, Vol. I, 1939; Vol. II, 1941).